Anno XXVIII. - N. 24. LIRE QUATTRO 15 Dicembre 1921.

Conto Corrente con la Posta.

LA SCIENZA PER TUTTI

~ FASCICOLO-STRENNA 1921 ~

ABBONAMENTI: Regno e Colonie: ANNO L. 35. SEMESTRE L. 18. TRIMESTRE L. 9. — Estero: ANNO Fr. 37,50. SEMESTRE Fr. 19. TRIMESTRE Fr. 10.



PER CONDURRE UNA LOCOMOTIVA ELETTRICA: MANO FERMA ED OCCHIO VIGILE.

CASA EDITRICE SONZOGNO - VIA PASQUIROLO, 14 - MILANO (4)

Anno XXVIII. - N. 24. Conto Corrente con la Posta. 15 Dicembre 1921.

LA SCIENZA PER TUTTI

PREZZI D'ABBONAMENTO

Regno e Colonie: ANNO L. 35. SEMESTRE L. 18. TRIMESTRE L. 9. — Estero: ANNO Fr. 37,50. SEMESTRE Fr. 19. TRIMESTRE Fr. 10.

Un numero separato: nel Regno e Colonie L. 1,50 — Estero Fr. 1,60

SOMMARIO

TESTO:

SUPPLEMENTO:

COPERTINA:

Avevamo annunciato, nel fascicolo precedente, un Numero-Strenna *di 80 pagine di testo e 32 di supplemento; ma difficoltà tipografiche, causate dalla diminuzione delle giornate di lavoro per deficienza di energia elettrica, ci hanno costretto a ridurre a 48 il numero delle pagine di testo. Gli articoli che ci sono rimasti sul marmo li pubblicheremo nei prossimi numeri.*

PICCOLA POSTA

Avvertiamo i lettori, a scanso di malintesi e di giusti risentimenti, che, salvo casi eccezionali, non rispondiamo mai direttamente, ma sempre mediante la* Piccola Posta. *È interessante per tutti leggere questa rubrica periodicamente.

A. MISTORINO — *Torino.* — L'indirizzo dell'ing. Aldo Piselli è: Via Meravigli, 3 - Milano.

MARIO LUCCHINI — *Napoli.* — Pubblicheremo. Grazie.

Ing. REMO RENSI — *Torino.* — Generalmente pubblichiamo quando l'inventore è già in possesso del brevetto; ma pubblichiamo anche, in via eccezionale, quando sono in corso le pratiche per ottenerlo. Il rischio è tutto dell'inventore.

RIENZO VOLPI — *Rivarolo Ligure.* — Non conosciamo l'indirizzo che ci chiede.

ALDO MAZZUCCHI — *Torino.* — Le annotazioni numeriche che si leggono sugli obiettivi delle macchine fotografiche, indicano il diametro ed il rapporto dell'apertura dell'obiettivo, mentre le indicazioni Anastigmat e Doppio-Anastigmat indicano la marca dell'obiettivo stesso, che nel Suo caso è buona.

PAOLO VACQUER — *Selargius* (Cagliari). — Per la costruzione di rocchetti di Ruhmkorff può consultare i Numeri 7, 14, 18 del 1920 e 9, 14 del 1921 di *S. p. T.*, oppure i volumetti N.ri 504 e 602 della *Biblioteca del Popolo* - Sonzogno.

V. ACQUARONE — *Porto Maurizio.* — Eccole un cenno sulle stazioni radiotelegrafiche esistenti in Italia. La maggiore di esse è quella di Coltano, costruita dal Governo, che ha un raggio d'azione di 5000 Km. Dopo di essa esistono 19 stazioni terrestri, dele quali 11 nell'Italia continentale: 1. S. Maria di Leuca (Venezia); 2. Malamocco (Venezia); 3. Reggio Arsenale (Venezia); 4. Cozzo Spadaro (Capo Passero); 5. M. Cappuccini (Ancona); 6. Capo Mele (Liguria); 7. Becco di Vela (Caprera); 8. Villa S. Giovanni (Reggio Calabria); 9. Regg. Acc. Navale (Livorno); 10. Isola Palmaria (Spezia); 11. Monte Mario (Roma); e 8 nell'Italia insulare: 1. Asinara (Sardegna); 2. Campo delle Serre (Is. d'Elba); 3. Forte Spuria (Varo di Messina); 4. Gargano (M. Carbonara, Sardegna); 5. M. S. Pellegrino (Palermo); 6. Ponza (Arcipelago Toscano); 7. Capo Sperone (Sardegna); 8. San Giuliano (Trapani). Esse possiedono un raggio di azione che supera i 350 Km.; raggio che basta per mantenersi in relazione con le navi in rotta nell'Adriatico ed in buona parte nel Mediterraneo. Ve ne sono poi altre più piccole quali quelle del Regio Esercito, che ne possiede anche di trasprotabili. — Per le stazioni R. T. francesi verrà pubblicata la Sua domanda.

ROMEO MUZZIALI — *Biella.* — Se è sicuro del funzionamento, faccia brevettare il Suo motore. Per informazioni al riguardo si rivolga all'apposito Ufficio Brevetti, esistente in ogni Prefettura del Regno.

CESARE PILI — *Francavilla Marittima.* — Provi a rivolgersi al Padre Alfani - Firenze.

LUIGI PROCOPIO — *Roma.* — Rinvii la domanda indicando il nome della sostanza di cui vuole conoscere la composizione, e vedremo di pubblicarla.

TOMASO SASO — *Cinisi Terracini* (Sicilia). — A Torino non sappiamo ove poterla indirizzare. A Milano c'è la *Scuola serale d'Arti e Mestieri*, in Piazza Mentana, alla Segreteria della quale Ella si può rivolgere per schiarimenti ed informazioni. Vi è anche la Scuola Feltrinelli, in Via Gentilino, che è dotata di apposite officine, ma è giornaliera.

PIETRO CASSARINI — *Torino.* — Consulti oltre al «Ricettario Domestico» dell'ing. Ghersi, ed. Hoepli; il testo «L'Avorio», di M. Monti, che fa parte del Vol. I dell'«Enciclopedia delle Arti e Industrie», edita dall'Unione Tipografica Editrice Torinese - Corso Raffaello, 28 - Torino.

CESARE DEL SOLE — *Roma.* — Per la Sua prima domanda usufruisca della condizionata rubrica *Indirizzi Commerciali ed*

Industriali. Circa la seconda, possiamo dirle che, a Milano, il *Fonogiornale* ha impianti del genere.

BENEDETTO TERENZIO — *Castel di Sangro*. — Sulla teoria Einsteniana segua gli articoli del nostro collaboratore Raffaele Contu. Per il trattato sulla Relatività, si rivolga alla Casa Hoepli, Galleria De Cristoforis - Milano.

FRANCO FEDERICI — *Modena*. — Si rivolga alla Ditta Ing. Salmoiraghi - Galleria - Milano, che Le può fornire tutti i ragguagli desiderati.

GIUSEPPE DE LAURO — *Rossano Calabro*. — La Sua domanda è troppo lunga e di interesse particolare; pubblicheremo, invece, nella rubrica « *Corrispondenza fra i lettori* » l'altra domanda di analogo argomento.

GIUSEPPE GECAU — *Catania*. — Gli alcoli sono derivati dagli idrocarburi per sostituzione di un atomo di OH (ossidrile) ad un atomo di idrogeno; essi non hanno proprietà basiche poichè non sono dissociati, cioè non conducono l'elettricità. Dagli idrocarburi si ottengono i seguenti alcoli con un solo ossidrile o monovalenti: (65) Alcool metilico CH_3OH; (97) Alcool tutilico C_4H_9OH; (116) Alcool propilico C_3H_7OH; (87) Alcool etilico C_2H_5OH. — Vi sono inoltre alcool a due o più ossidrili e sono: (197) il glicole CH_2OHCH_2OH (alcool bivalente); (290) la glicerina $CH_2OH—CH(OH)—CH_2OH$ (alcool trivaente); (solido 126) l'eritrite $CH_2OH—(CHOH)_2—CH_2OH$ (alcool tetravalente); (solido) l'arabite $CH_2OH—(CHOH)_3—CH_2OH$ (alcool pentavalente); (solido 165) la mannite $CH_2OH—(CHOH)_4—CH_2OH$ (alcool esavalente). I numeri segnati fra parentesi prima delle denominazioni indicano per i liquidi il punto di ebollizione e per i solidi quello di fusione.

UN LETTORE — *Trabbia Miniere (Caltanissetta)*. — PregandoLa un'altra volta di firmarsi, Le comunichiamo che la Sua domanda non può essere pubblicata poichè i timbri postali hanno reso irriconoscibili alcune delle formule matematiche delle quali Ella chiedeva dimostrazione. Rinvii quindi, se crede, la domanda.

A. E. — *Lodi*. — Per far brevettare un'invenzione, basta inviare alla Commissione delle invenzioni la descrizione dell'apparecchio accompagnata da disegni e con accenno all'esistenza dell'applicazione pratica (se esiste) presso l'inventore.

L. FORTUNA — *Moretta* (Cuneo). — Le consigliamo i seguenti volumi (edizione Hoepli): « L'industria dei saponi », di V. Scansetti, prezzo L. 18; « Saponi da toeletta », di C. Franchi, prezzo L. 9.

ERMINIO CACCIANOTTI — *Modena*. — Per fabbricare crema da lucido per scarpe, Le consigliamo la seguente composizione: paraffina, gr. 20; cera gialla, gr. 45; sciolte a bagno-maria; indi: sapone bianco puro raspato, gr. 18; acqua, gr. 150, si scioglie a caldo; si attende un po' di raffreddamento delle soluzioni poi, nella prima si aggiunge, mescolando continuamente: olio essenziale di trementina, gr. 150, unendola poi alla seconda e mescolando finchè non si è raggiunta la voluta consistenza. Secondo il colore che si desidera vi si aggiunge alla massa l'1 % di colore d'anilina o nero o giallo, ecc. Per le scatolette si può rivolgere alla Soc. An. Metalgraf - Via V. Monti, 25 - Milano e per altre ricette consulti il « Ricettario Industriale » dell'ing. Ghersi - ediz. Hoepli - Milano.

Corrispondenza fra i lettori.

Nel numero 22 di *S. p. T.* ho letto ed apprezzato moltissimo nella rubrica: *La grande e la piccola industria in Italia* la risposta alla domanda CXVII, del signor De Vito Camillo di Torino, riguardante l'impianto di una fabbrica di giocattoli. Poichè detto articolo m'interessa moltissimo, gradirei conoscere l'indirizzo del signor De Vito, per entrare con lui in relazione.

ATTILIO GIULIANI — Nazionale, 16 — *Ancona*.

Gradirei conoscere l'indirizzo del signor Roberto Pavoni di Firenze, autore della risposta alle domande XCVIII e LXXII e l'indirizzo dell'autore delle domande CXVI di *Piccola e Grande Industria*.

CESARE ZAPPA — Via Vincenzo Monti, 15 — *Milano*.

Gradirei conoscere l'indirizzo del signor Umberto Giardini, autore della risposta n.° 67 della « Consulenza Bibliografica ».

SPINA FELICE — Ordine Mauriziano — *Torino*.

Desidero mettermi in corrispondenza con quel lettore che possa fornirmi i dati costruttivi, dettagliati (il tutto praticamente), per la costruzione di una stazione radiotelefonica, della portata di km. 10 a 20, trasmettente e ricevente.

GIUSEPPE DE LAURO — *Rossano Calabro*.

Prego il signor Mario Santangeli di volermi cortesemente comunicare il suo indirizzo avendo da chiedergli alcuni schiarimenti. ELIGIO LOVERA — Corso Re Umberto, 36 — *Torino*.

Riferendomi all'articolo n.° 2847 di *S. p. T. del* 15-8-21, prego vivamente il signor Aldo Manuzio Repetto, od altro gentile lettore di *S. p. T.* volermi fornire i seguenti schiarimenti:

1.° Quale grado di Omega ha il positivo avvolto sul cilindro montante dell'Amstutg. In altre parole, quale pressione è ammissibile sulla punta di zaffiro che sfiora il positivo avvolto, senza che questi si deteriori.

2.° Se il positivo è sottoposto ad essiccamento dopo essere stato avvolto.

3.° Di quale ordine di grandezza sono le depressioni ed i rilievi del positivo avvolto sul cilindro ruotante. Prego indirizzare le eventuali risposte a:

G. B. MALVICINI — *Cornigliano Ligure*.

Ai lettori,

Ci perdoni il lettore se la modestia non ci vieta questa volta di dire un po' di bene delle cose nostre. Quando si lavora con amore e con fede, quando alla propria opera si dà il calore dell'entusiasmo, è lecito gioire nel vedere l'opera corrispondere al desiderio che la sospinge, il quale è desiderio di perfezione. Non vogliamo con questo dire che la Rivista sia perfetta, chè molto, anzi, deve ancora migliorare, molto acquistare in ciò che forma il suo carattere essenziale, che è quello di volgarizzare la scienza, diffonderla in mezzo alle classi popolari, renderla ragion di vita e di progresso, far sì che assista il lavoro in tutte le sue ardue e feconde applicazioni. — ma certo è che essa è diventata più « interessante », poi che raccoglie ora intorno a sè una più affettuosa e più folta schiera di devoti e di amici che per il passato, desta una più concorde voce di consenso.

Il desiderio di perfezione che l'opera nostra sospinge, anzichè acquetarsi nella soddisfazione che da questo consenso ci proviene, si acuisce anzi, divien più vivo e più fervido.

Ancora una volta noi promettiamo di far « sempre meglio »; e ancora una volta invitiamo i lettori tutti e gli amici e quanti desiderano un più alto tono di vita intellettuale nelle nostre classi popolari, a collaborare con noi. Chi ha idee da segnalare, nuovi argomenti da proporre, nuove rubriche da introdurre nella Rivista, come chi ha osservazioni da fare sull'indirizzo e sulla compilazione di questa nostra rassegna, sarà l'amico ascoltato, il consigliere gradito, l'ospite bene accolto.

La nostra Rivista vuole essere veramente per tutti: e vuole continuare ad essere la rassegna di tutte le conquiste dell'umano pensiero, di tutte le loro principali applicazioni pratiche e industriali; una palestra libera e sempre aperta alle discussioni dei più importanti e più interessanti problemi scentifici.

Detto ciò, crediamo di non avere altro da aggiungere.

Ci rimettiamo al lavoro con la serena coscienza del dovere compiuto e da compiere: e rivolgiamo agli amici, ai lettori il saluto augurale.

ESPERIENZE DI PIEZOELETTRICITÀ

Alcuni cristalli dotati di assi polari, se premuti o sottoposti a torsione, presentano cariche elettriche libere sulle loro faccie. Cessando la pressione, e riprendendo il cristallo la forma iniziale, la polarità elettrica si inverte. Questo fenomeno venne detto *piezoelettricità*.

Se noi applichiamo a due faccie opposte di un cristallo presentante detta proprietà cariche elettriche di nome contrario, esso si deformerà, con fenomeno reciproco a quello prima indicato.

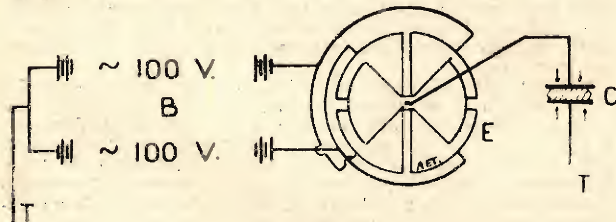


Fig. 1.

Queste esperienze vengono comunemente eseguite sul quarzo e sulla tormalina; è più comodo però il riprodurle sui cristalli di sale di Seignette, date le notevoli dimensioni che questi facilmente assumono, e la loro facile lavorabilità senza mezzi costosi.

Un articolo della rivista « *La Nature* », parlava tempo fa di alcuni studi sulle proprietà piezoelettriche dei cristalli di sale di Seignette, fatte dal fisico americano Mc. Lean Nicolson.

Essendomi le dette ricerche sembrate interessanti, e non avendo potuto procurarmi subito la nota originale del Nicolson, ho provato a fare per mio conto qualche esperienza.

In seguito, grazie alla gentilezza del sig. H. Marchand, autore dell'articolo su « *La Nature* », ho potuto conoscere le esperienze del Nicolson, che ho trovato differire in alcuni punti da quelle che io avevo eseguito.

La piezoelettricità è una proprietà poco conosciuta; credo quindi utile descrivere alcune di quelle mie esperienze, dando indicazioni per chi volesse riprodurle.

* * *

Il tartrato sodico potassico, chiamato in commercio sale di Seignette, si ottiene saturando il cremor tartaro con carbonato sodico. La sua formola è $C_4H_4O_6KNa+4H_2O$.

Ecco come si può procedere per aver grossi cristalli di questo sale, adatti al nostro scopo.

Si faccia una soluzione del sale, assai concentrata a caldo, in acqua; la si lasci raffreddare, perchè precipiti l'eccesso disciolto, e si filtri. Si ponga il liquido così ottenuto in un recipiente di vetro, che si mantiene in un locale tranquillo e non soggetto a sbalzi di temperatura, dopo avervi posto, come germe, qualche cristallino, che in queste condizioni ingrossa regolarmente. Si sorvegli di frequente l'andamento della cristallizzazione, curando che non si formino depositi cristallini, e togliendoli qualora essi si formassero. Coprendo più o meno il recipiente, si regoli opportunamente la rapidità d'evaporazione del solvente.

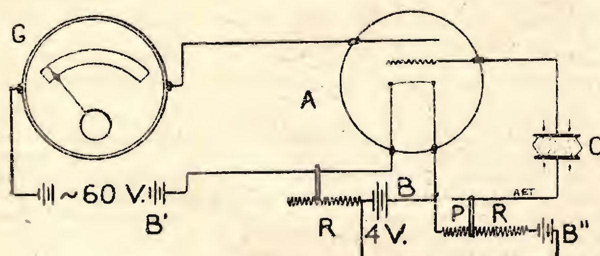


Fig. 2.

Così procedendo si otterranno cristalli limpidi e assai grossi, i quali, se si avrà avuto la cura che si formino restando appoggiati al fondo con una faccia laterale, presenteranno un aspetto tabulare assai utile per le esperienze che si vogliono eseguire.

Quando essi avranno raggiunto una lunghezza di due o tre centimetri, si tolgano dal liquido dove si sono formati, si pongano per qualche ora in alcool per togliere l'eccesso di acqua, e, a mezzo di una lima o di grossa carta vetrata, si lavorino in modo da ricavarne delle lamine dello spessore di circa cinque millimetri, con le faccie parallele all'asse di simmetria. Con un po' di gomma si fisseranno su quelle faccie due armature di stagnola, e si lascerà ben seccare il pezzo così ottenuto.

* * *

Per rivelare le cariche elettriche che si raccolgono sulle due armature del cristallo di tartrato sodico potassico quando questo venga sottoposto a sforzi, si può impiegare l'elettrometro a quadranti.

A questo fine si portano ad elevato potenziale (±100 volt), con una batteria di pile o d'accumulatori (*B*, fig. 1), i due gruppi di quadranti dell'elettrometro (*E*), e si pone in comunicazione l'ago con una delle armature applicate sulle faccie del cristallo (*C*). Sottoponendo questo a compressione tra due pezzi di materiale isolante, mentre l'armatura non in comunicazione con l'ago è unita alla terra, si vedrà l'elettrometro indicare una carica elettrica. Facendo cessare bruscamente la compressione, dopo aver ricondotto a zero l'ago dell'istrumento scaricandolo, si vedrà apparire di nuovo una carica; ma di nome contrario alla precedente.

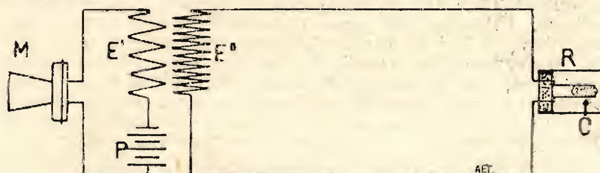


Fig. 3.

Si osserva anche assai bene la piezoelettricità del sale di Seignette sottoponendo una lamina, preparata come sopra, a torsione. A questo fine, dopo aver unito alle due armature applicate al cristallo due fili, uno dei quali va all'ago dell'elettrometro, l'altro a terra, si ravvolge la lamina in un foglio di gomma, e la si torce. Anche in questo caso si vedranno apparire cariche di uno o dell'altro segno a seconda che lo sforzo è diretto in un senso o nell'altro.

Il metodo dell'elettrometro è stato quello sinora impiegato in generale per questi studi. Avendo sottomano un audion ho provato ad usare questo sensibilissimo mezzo di ricerca per rilevare i fenomeni piezoelettrici (Vedi schema fig. 2).

L'audion (*A*) da me usato è del tipo solito impiegato in radiotelegrafia, a filamento rettilineo posto sull'asse della griglia e della placca cilindriche.

Ecco come si può procedere nell'esperienza.

Con una batteria di piccoli accumulatori (*B'*, fig. 2) si stabilisce una differenza di potenziale di una sessantina di volt tra il filamento (negativo) e la placca (positiva) dell'audion (*A*) inserendo in questo circuito un galvanometro (*G*). Rendendo incandescente il filamento dell'audion con due altri accumulatori (*B*), esso emetterà degli elettroni, i quali, andando dal filamento alla placca, daranno luogo ad una corrente che verrà indicata dal galvanometro (*G*).

Se ora noi uniamo una delle armature del cristallo da studiarsi (*C*) con la griglia dell'audion e l'altra con un dispositivo (*P*) (1) che permetta di darle un potenziale regolabile, premendo o torcendo la lamina cristallina *C* mentre l'audion funziona, vedremo la corrente del circuito filamento-placca, che attraversa il galvanometro, aumentare o diminuire a seconda che sulla griglia si manifesta una carica positiva o negativa. Ciò perchè la detta carica, che compare sulla griglia frapposta tra il filamento e la placca, accelera o ritarda il moto degli elettroni che formano la corrente che si misura.

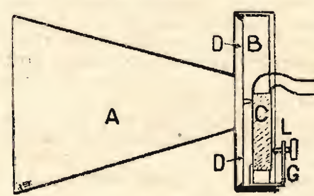


Fig. 4.

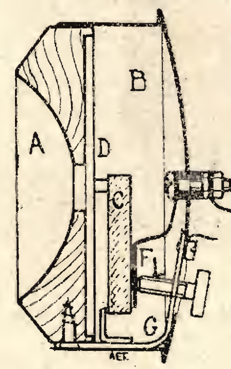


Fig. 5.

Credo che questo metodo possa essere utilmente impiegato anche per un'analisi quantitativa del fenomeno, per la sua grande sensibilità; l'ho ad ogni modo indicato perchè, essendosi presentemente assai diffusi gli audion, dato il loro impiego in radiotelegrafia, non sarà difficile che qualche lettore lo possa usare.

(1) Per regolare comodamente il potenziale che si dà ad una delle armature del cristallo, conviene usare il solito dispositivo che si impiega per gli audion in radiotelegrafia. Si uniscono cioè gli estremi di una batteria di accumulatori (8-10 volt), *B*, *B''*, che in parte (*B*, 4 volt), serve anche a rendere incandescente il filamento, con un conduttore di elevata resistenza *R* (ad esempio una striscia di lastra di vetro smerigliata su cui si sian tracciate delle righe con una matita tenera): un contatto mobile *P* su detto conduttore permette di avere il potenziale che si desidera sull'armatura del cristallo (legge di Ohm).

* * *

Abbiamo detto che la lamina cristallina si deforma quando vengano applicate cariche elettriche alle sue faccie (inversa del fenomeno della piezoelettricità). Quindi se noi facciamo comunicare le due armature di stagnola aderenti al cristallo con gli estremi del circuito secondario di un rocchetto d'induzione il cui primario sia percorso da una corrente variabile modulata da un microfono, noi osserviamo che il cristallo, deformandosi al variare dei potenziali applicati alle sue armature, ripete i suoni prodotti davanti al microfono. Il cristallo può quindi funzionare da ricevitore telefonico.

L'esperienza si può così eseguire. Si forma un circuito (fig. 3), in cui si inserisce una batteria di pile o di accumulatori *P* (6 a 8 volt), un microfono *M*, di quelli usuali da telefono, ed il primario *E'* di un elevatore di tensione (un piccolo rocchetto di Ruhmkorff a cui sia stato tolto il condensatore, ed immobilizzato l'interruttore serve benissimo). Dagli estremi del secondario *E''* si fa partire la linea che mette termine alle due armature di un cristallo *C*, che così entrerà in vibrazione quando si parlerà davanti al microfono. Per aumentare l'intensità del suono dato da questo ricevitore converrà porre il cristallo nell'interno di una scatoletta *R* col fondo forato, la quale permetterà di concentrare i suoni nell'orecchio.

Unendo tra di loro in quantità le armature di parecchie lamine cristalline, l'audizione sarà più netta.

Per aumentare ulteriormente la forza del suono prodotto ho così modificato l'apparecchio ricevitore.

Su un pezzo di legno tornito *A* (fig. 4), della forma di un ordinario ricevitore telefonico, si fissano un pezzo metallico *G*, munito di una vite *L*, e una lastrina vibrante di mica *D*. La lamina cristallina *C* si appoggia, come in figura, con un estremo su *G*, con l'altro estremo, a mezzo di un pezzetto di vetro, sulla lastrina *D*, sulla quale è premuta con pressione regolabile dalla vite *L*. Dei pezzetti di mica *F*, interposti tra il cristallo ed il pezzo *G* e la vite *L*, assicurano l'isolamento delle armature di stagnola fissate al primo.

Si comprende facilmente come ogni vibrazione del cristallo sia trasmessa, con l'intermediario di *D*, all'aria, e quindi all'orecchio di chi ascolta.

L'altissima resistenza del ricevitore così ottenuto (∽ 9 megaohm, in uno dei cristalli da me usati) mi ha suggerito l'idea di impiegarlo in radiotelegrafia; ed infatti qualche sommaria esperienza eseguita a questo fine mi ha permesso, in un laboratorio munito di ricevitori-amplificatori a valvole ioniche, di udire distintamente segnali radiotelegrafici con l'apparecchio di fig. 4.

* * *

La lamina cristallina di tartrato sodico potassico, data la sua proprietà di produrre cariche elettriche quando subisce uno sforzo, può servire anche alla trasmissione dei suoni. Basterà che essa sia montata in modo da ricevere le vibrazoini che detti suoni compongono, e che le cariche elettriche prodotte vengono usate, con opportuni apparecchi, a modulare una corrente.

A questo fine si ponga un cristallo in un apparecchio del tutto analogo al ricevitore descritto per ultimo, tranne che si munirà la scatola, che porta la membrana, di una tromba *A* (fig. 5) per rinforzare i suoni, ed il cristallo *C* si ravvolgerà entro un foglio di carta paraffinata per avere un buon isolamento. I due fili provenienti dalle armature del cristallo si manderanno, come nella fig. 2, l'uno alla griglia di un audion, l'altro al contatto mobile *P*, che serve a regolare il potenziale della griglia; e al posto del galvanometro *G* si porrà un ricevitore telefonico, sia a cristallo, sia elettromagnetico. A seconda della natura del ricevitore si regolerà la tensione del circuito filamento-placca (∽ 100 volt). In questo modo le vibrazioni che agiscono sul cristallo fanno variare il potenziale della griglia dell'audion, e conseguentemente varia la intensità della corrente che attraversa il ricevitore, così che questo riproduce i suoni.

In tal modo si sarà costituito un sistema capace di trasmettere a distanza la parola senza impiegare nessun apparecchio elettromagnetico.

ENZO PUGNO VANONI.

VALVOLA TERMOIONICA A DOPPIA GRIGLIA

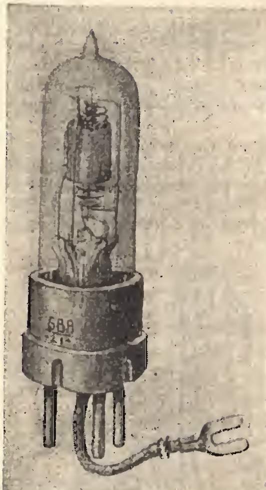


Fig. 1.

Abbiamo visto come dalla valvola di Fleeming si passi all'audion (triodo) di Lee De Forest, mediante la modifica sostanziale dell'aggiunta di una griglia.

Abbiam visto pure le innumerevoli applicazioni di questa valvola termojonica che, come oscillatore e come rivelatore-amplificatore, ha invaso il campo della telegrafonia con e senza filo e che, come raddrizzatore, come relais moltiplicatore, come selettore, ecc., è entrata nell'industria.

Così la vediamo applicata nella telefonia e telegrafia multipla e simultanea, nelle comunicazioni telefoniche tra centrali e sottostazioni per grandi distanze ed usufruendo degli stessi conduttori di linea a. t., nell'autoregolazione di dinamo, nella conversione di corr. alternata per piccole applicazioni ed infine dove occorra rendere sensibile — rivelare — piccoli impulsi di corrente, così come fa il microscopio per l'occhio e per corpi invisibili.

Ma le applicazioni non finiscono qui e non è stata detta l'ultima parola sul perfezionamento costruttivo della valvola termojonica.

J. Scott-Taggart ha difatti pensato ad apportare una novità Ha costruito una valvola con doppia griglia.

Come nelle valvole termojoniche ormai tanto in uso, il filamento incandescente e la lamina esterna (di nikel) non hanno subìto nessuna variazione. Le griglie son formate da due spirali (di filo 2/10 di mm., che può essere un qualunque metallo purchè risponda di rigidità perfetta) concentriche, aventi per asse il filamento di Wolframio. Anche qui le due griglie hanno lo scopo di procurare le deflessioni al flusso elettronico (filamento-lamina) corrispondenti ciascuna alla propria parte di circuito.

Questo nuovo tipo di valvola (illustrata dalla fig. 1), ha la caratteristica di poter funzionare, da sola od in batteria, tanto da amplificatore ad alta frequenza come da magnificatore a bassa.

La seconda figura dà uno schema dimostrante la connessione di una valvola Scott-Taggart, nella predetta duplice funzione di amplificatore a. f., magnificatore b. f., per circuiti radiotelegrafonici.

L'induttanza *L 2* di non elevata resistenza ohmica, è accoppiata al circuito *L 3 C 3* sintonizzato per l'onda da ricevere.

Le oscillazioni in arrivo agendo sulla griglia *C 1* sono amplificate dalla valvola nel circuito *C 4 L 2* che le trasmette al circuito *C 3 L 3*. — *D* è un rivelatore a cristalli (a galena) che rettifica le oscillazioni e comunica al condensatore *C 2* e quindi anche alla griglia *G 2* gli impulsi a frequenza musicale, che si ritrovano magnificati nel circuito del telefono *T* (circuito anodico *T*, B_2 L_2). Una batteria B_1 provvede all'accensione del filamento: accensione che viene regolata dalla resistenza *R* (reostato del filamento).

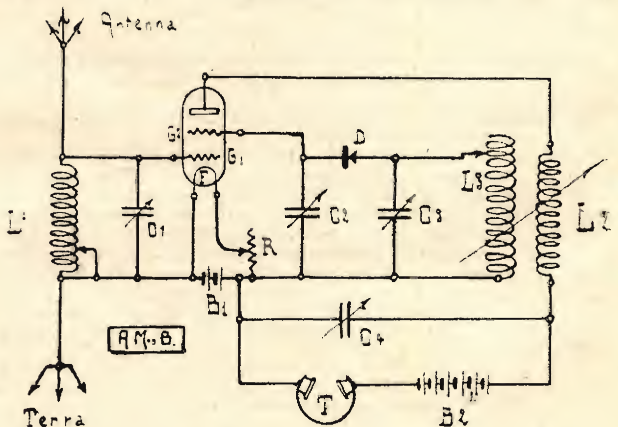


Fig. 2.

Il dispositivo è assai sensibile ed altamente selettivo specie se è graduale l'accoppiamento fra le induttanze *L 2 L 3*. All'uopo di una regolazione graduale, tutti i condensatori sono registrabili, le induttanze *L 2 L 3* sono reciprocamente accordabili ed *L 3* come *L 1* sono regolabili.

Con altri sistemi di montaggio della lampada Scott-Taggart si possono praticare le ricezioni a scintilla e regolando opportunamente capacità ed induttanze si possono avere ricezioni di onde persistenti col metodo dei battimenti (oscillazioni di frequenza dipendente da una delle capacità).

In una monografia che ne fa lo stesso J. Scott-Taggart (in *The Electrical*), si ritiene che l'effetto di eterodina sul flusso elettronico, sia provocato dai campi elettrostatici delle due griglie.

Oltre a quelli sopra esposti, i vantaggi di questa valvola stanno nel permettere dispositivi perfettamente intonati per la lunghezza d'onda da ricevere e non fuori sintonia come negli ordinari circuiti ad eterodina e di avere quindi ricezioni altamente selettive, infine nell'impedire che le oscillazioni locali influiscano sull'aereo.

GIORDANO BRUNO ANGELETTI.

UTILIZZAZIONE DELLE CENERI DI PIRITE IN METALLURGIA

Dalla produzione dell'anidride solforosa, per la preparazione dell'acido solforico, mediante la combustione della pirite ($Fe\ S_2$), si ottiene un residuo, noto nell'industria, come « cenere di pirite ». Di colorazione varia — dal rosso mattone al rosso quasi nero — si presenta come una polvere fine, commista a granuli e a noduli dovuti ad una fusione superficiale della cenere stessa durante la combustione. Essa è molto importante, perchè ricca di ferro, sino all'alta proporzione del 66 %. Invero la cenere di pirite è essenzialmente composta: di ossido magnetico di ferro (Fe_3O_4); di ossido ferrico (Fe_2O_3); di ossido ferroso (FeO) e di numerosi altri composti derivanti, sia dalla ganga, sia da altri elementi, come i composti di rame, di arsenico, di piombo, di zinco, ecc., che accompagnano frequentemente le piriti di ferro.

Di qui forse la cura speciale di sfruttare questa cenere nell'industria metallurgica per la produzione della ghisa, dando luogo a diversi processi non tutti fortunati, lasciando anzi, fino a poco tempo fa, questo materiale come un rilevante corpo-morto. Soltanto alcune industrie chimiche, come quella dei colori, sono riuscite a impiegarne un'esigua parte.

Ostacolano l'impiego della cenere di pirite in metallurgia:

1.° lo stato fisico del minerale da lavorare;

2.° la forte percentuale in zolfo (da 0,5 % al 4 %) conforme il vario modo di combustione della pirite, o con forni Maetra o coi forni meccanici tipi Herresoff; e in relazione pure alla presenza nella pirite di composti di rame che ne rendono più difficile la combustione;

3.° gli stessi solfuri metallici, provenienti dai minerali che accompagnano la pirite — difficilmente fusibili (es.: solfuro di rame) — e che non sempre si possono desolforare completamente — se non a temperature molto elevate, temperature che si possono verificare solo se si impiegano forni elettrici; alti forni a carbone, con atmosfere fortemente ossidanti.

Da quanto è stato sopra detto, la prima operazione che si impone, per uno sfruttamento razionale della cenere di pirite in metallurgia, è quella di agglomerare il materiale; ossia di formare dei conglomerati molto duri e compatti, capaci di resistere — (come il materiale proveniente direttamente dalle miniere) — alle azioni meccaniche, cui va soggetto, negli alti forni, il letto di fusione, per la pressione grandissima di tutto il materiale sovrastante. Condizione necessaria, perchè gli alti forni possano funzionare bene, è che i gas riducenti — formatisi per le note reazioni che si verificano nell'alto forno — possano liberamente circolare attraverso tutta la colonna di materiali, così da avvolgere ciascun pezzo di minerale, rendendolo uniformemente riscaldato ed atto a subire quella serie di reazioni che avvengono specialmente vicino alle soffierie. Donde è subito avvertito che il materiale non deve essere in pezzi, nè troppo piccoli, nè troppo grossi; nel primo caso perchè non è permessa la libera circolazione dei gas, nel secondo perchè i pezzi non sono riscaldati che all'esterno.

Come, dunque, si possono utilmente preparare questi pezzi? Il vecchio metodo di formare degli agglomerati mescolando le ceneri di pirite con sostanze agglomeranti — (quali cemento, pece, argilla, gesso, carboni bituminosi) e sottoponendo l'impasto, che se ne otteneva, a forti pressioni mediante presse, ottenendo così dei blocchi uniformi di grossezza conveniente — si è mostrato ormai insufficiente. I conglomerati così preparati, non resistono a quell'alta temperatura — cui vengono portati nel forno — e alla forte pressione della colonna di materiale soprastante, onde si poverizzano.

Un altro metodo — fra i molti ingegnosi, ma privi di praticità, proposti da alcuni autori per superare la difficoltà dell'impiego della cenere di pirite negli alti forni — è quello presentato da G. P. de Laval (con brevetto svedese N.° 21 450). Per esso, il materiale (cenere di pirite e minerali di ferro) ridotto in polvere, è proiettato in un forno a tino. Tangenzialmente al minerale sale una corrente di gas riducenti, che gli imprime un moto rotatorio, mantenendolo sospeso nel forno, permettendo così la circolazione di gas che lo debbono riscaldare. Ma il metodo, che ad un primo esame può sembrare pratico, perde ogni suo valore, quando si consideri che il materiale che si impiega, è ridotto in polvere, quindi facilmente trasportabile dalla corrente dei gas nella galleria dei fumi!! Maggior fortuna, perchè più razionali, incontrarono i metodi che si basano su una proprietà particolare della cenere di pirite, proprietà dovuta alo zolfo in essa contenuto. Se con un mezzo qualsiasi si riesce ad ottenere che lo zolfo bruci, la quantità di calore da esso fornito durante la combustione, è spesso sufficiente a produrre la fusione della massa. Ci si trova di fronte ad un fatto che presenta delle analogie col processo Bessemer.

Il processo è detto di « semifusione piritosa ». Se non che lo zolfo contenuto nelle ceneri di pirite non è sempre bastevole a produrre la semifusione piritosa; si debbono quindi aggiungere delle sostanze che, o mediante la loro combustione, o mediante a loro ossidazione, sviluppino calore sufficiente per ottenere la semifusione piritosa. Sembrerebbe che l'aggiunta di zolfo dovrebbe giovare allo scopo; ma ciò non si fa, perchè esso aumenta il tenore in zolfo della ghisa. Anche l'impiego dell'alluminio — quale sostanza che ossidandosi sviluppa una quantità elevata di calore — potrebbe soddisfare alla bisogna, ma esso verrebbe a fornire una scoria inutile. La preferenza venne data alla limatura o tornitura di ghisa che agisce, ossidandosi, come l'alluminio, ma evidentemente non costituisce una scoria.

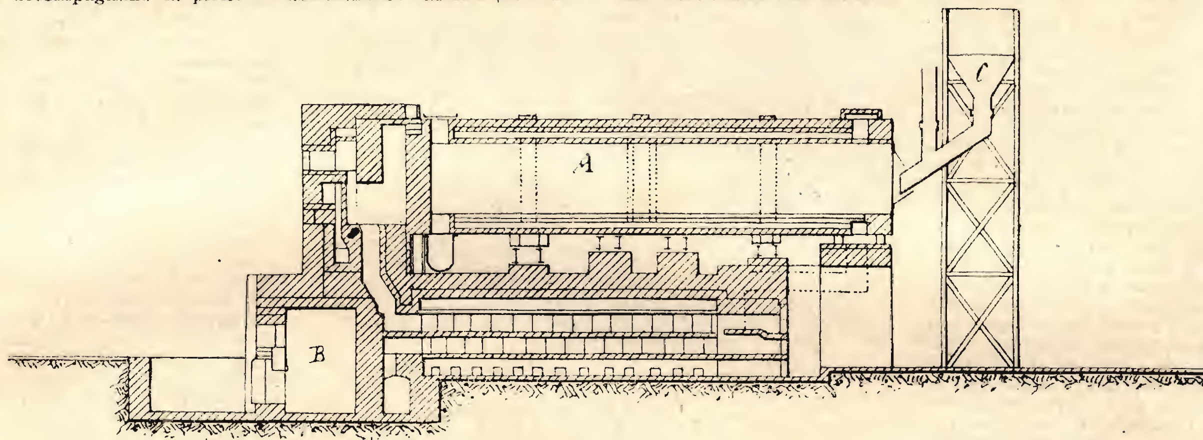


Fig. 1.

Gli apparecchi che servono per questa operazione si possono dividere in due grandi categorie:

a) forni in cui l'aria occorrente per l'ossidazione della tornitura o limatura di ghisa e combustione dello zolfo, viene aspirata dall'alto verso il basso;

b) forni in cui l'aria viene compressa dal basso.

Del primo tipo è il forno Greenault. È una cassa rettangolare di m. 2,15 per 3,65 e dell'altezza di cm. 30 a 50. A pochi centimetri dal fondo, completamente chiuso, del forno è una griglia, e fra essa ed il fondo viene ad essere formata una camera, in cui, mediante un ventilatore ad aspirazione, si produce una depressione di mm. 700 di acqua; ottenendo così di attivare una corrente d'aria dall'alto della cassa verso il fondo di essa. Sopra la griglia si pone la cenere di pirite per uno spessore di cm. 2 a 3, e sopra questo primo strato si pone, riempiendo completamente il forno, una miscela formata di cenere di pirite mescolata con il 6 a 10 % di tornitura di ghisa. Il forno è chiuso mediante un coperchio, detto l'accenditore, formato da una cassa avente la stessa superficie del forno, ma il cui fondo è forato. Il coperchio, su apposito cavalletto, porta un recipiente cilindrico contenente olio di catrame, che mediante aria compressa a 7 atmosfere, viene fatto uscire mescolato con aria, e mediante polverizzatori sparso regolarmente su tutta la carica. L'accensione dall'alto viene fatta appena attivata la corrente d'aria mediante il ventilatore aspirante. Dopo qualche secondo, a massa si fa incandescente; allora, la combustione si propaga attraverso la miscela formata da cenere di pirite e di ghisa in rottami, sviluppando calore sufficiente, perchè la massa si agglomeri. Dopo 30 a 60 minuti il forno viene scaricato, facendolo ruotare di 180° su due appositi perni. La massa vien fatta cadere su sbarre di ferro, onde romperla in pezzi della voluta grossezza; i quali, mediante grigliatura, vengono poi separati dal materiale eventualmente non agglomeratosi; e si presentano con un grandissimo numero di alveoli, così da esporre una considerevole superficie all'azione dei gas riducenti; mentre il minerale durante questo trattamento, ha subito anche una parziale desolforazione.

La carica per ogni lavorazione è di circa 35 a 50 quintali di cenere di pirite.

Del secondo tipo di forni (forni ad aria soffiata dal basso) è il forno Sticht.

Due perni portano una cassa dalla forma di tronco di piramide con la base rivolta verso l'alto. I perni sono posti in modo che quando l'apparecchio è vuoto, la sua bocca è rivolta verso l'alto; quando invece esso è pieno, tende a capovolgersi. Sopra la bocca è un coperchio a tronco di cono con lamiera, che riceve i prodotti della combustione. L'aria arriva sul fondo dell'apparecchio, compressa, mediante un tubo ricurvo a giunto flessibile. L'operazione procede come nel forno descritto precedentemente.

Gli agglomerati di cenere di pirite, sottoposti all'azione dei gas riducenti, possono essere trasformati in ossidi molto più poveri in ossigeno che le ceneri di pirite, ed essere così impiegati nei forni Martin Siemens per ottenere ghisa. I gas riducenti potrebbero essere ottenuti: o come sottoprodotti di altre lavorazioni (coke metallurgico), o con gasogeni, o mettendo a strati combustibile e cenere di pirite nello apparecchio a conglomerare, evitando però in quest'ultimo caso, che il minerale fonda. Grondel, ad esempio, fa passare, mediante una coclea, i pezzi conglomerati in una galleria, in cui essi vengono investiti da una corrente di gas riducenti che passa in senso inverso a quello del materiale. La massa, come si sia sufficientemente ridotta, è raffreddata nell'atmosfera di gas riducenti.

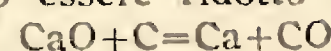
Ma anche dopo tutti questi trattamenti l'impiego della cenere di pirite negli alti forni non supera il 10 %, mentre il tenore della ghisa in zolfo è sempre elevato.

Il problema, dunque, dell'impiego delle ceneri di pirite in metallurgia, con gli esposti metodi, non era risolto convenientemente.

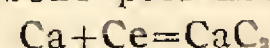
I tecnici allora, rivolsero i loro studî all'impiego del forno elettrico; il quale si presta assai meglio dell'alto forno ad una desolforazione: sia perchè si possono raggiungere temperature più elevate; sia perchè l'atmosfera sovrastante il metallo fuso, è completamente neutra, essendo il forno elettrico chiuso; sia perchè le reazioni che si effettuano, possono essere meglio sorvegliate. Però anche col forno elettrico e coi processi sino ad ora adoperati, non si può ottenere una desolforazione completa. Nella zona di riduzione il solfuro di ferro, venendo a contatto con l'ossido di calcio — usato come desolforante — ad alta temperatura, reagirebbe secondo l'equazione:


$$FeS+CaO+C=Fe+CaS+CO$$

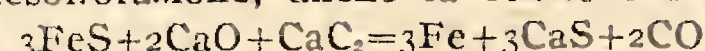
A temperatura ancor più elevata l'ossido di calcio, in presenza di carbone, può essere ridotto a calcio metallico:


$$CaO+C=Ca+CO$$

che reagendo con il carbone presente dà carburo di calcio:


$$Ca+Ce=CaC_2$$

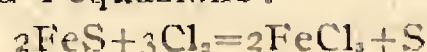
Per la presenza quindi del carburo di calcio può verificarsi, durante la desolforazione, anche la reazione seguente:


$$3FeS+2CaO+CaC_2=3Fe+3CaS+2CO$$

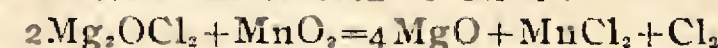
Ma la desolforazione nel caso speciale delle ceneri di pirite, non è completa, perchè il solfuro di calcio è molto instabile, dipendendo dall'equilibrio molecolare dei costituenti la scoria. Il solfuro del metallo è solubile nel metallo liquido, e ciò dipende dalla concentrazione del solfuro, sia nella soluzione del metallo, sia nella soluzione delle scorie in funzione del fattore temperatura. Ma poichè una certa quantità di zolfo del solfuro di ferro — che è nella scoria — passa a solfuro di calcio, l'equilibrio fra solfuro di ferro, che è in soluzione nella scoria fusa, è rotto; ed è allora che una parte più o meno grande del solfuro di ferro passa dalla soluzione metallica nella soluzione scoria. Se si raggiunge però la saturazione in solfuro di calcio della scoria, — ciò che pur troppo si verifica nell'operazione al forno elettrico — l'azione procede inversamente, cioè del solfuro di cacio passa a solfuro di ferro. In queste condizioni l'azione desolforante del forno elettrico è reversibile, e si può brevemente esprimere:


$$MeS \rightleftarrows Me+S$$

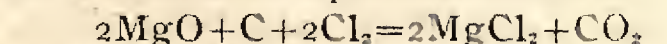
I tecnici che si occuparono di ciò, videro una soluzione del problema nell'eliminare dall'equilibrio che inevitabilmente si raggiungeva, uno dei componenti, e precisamente lo zolfo. Il dott. Ongaro, nel 1920 brevettava un processo di desolforazione col quale lo zolfo veniva eliminato per la maggior parte con i gas dovuti alle reazioni che si effettuano nel forno elettrico. Egli si persuase che se il metallo fuso può venire in contatto con cloro, si verifica l'equazione:

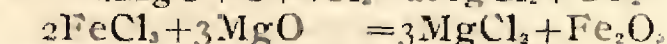

$$2FeS+3Cl_2=2FeCl_3+S$$

Lo zolfo liberatosi, si elimina come prodotto gassoso combinandosi con l'ossido di carbonio, cloruro ferrico e dare, così, ossi-solfuro di carbonio (COS); o dando composti ossigenati. Per ottenere lo sviluppo di cloro necessario perchè avvenga la reazione soprascritta — l'autore impiega mattonelle clorurанti costituite da ossicloruro di magnesia — noto già come cemento Sorel (Mg_2OCl_2+ X H_2O); ossido di manganese o minerale di manganese ossidato, ed eventualmente da cloruri alcalini o alcalini terrosi. Venendo queste mattonelle in contatto con la prima zona di riscaldamento, perdono l'acqua di combinazione; venendo poi a contatto col minerale fuso ad una temperatura superiore a 1000°, esse potrebbero dar luogo alle seguenti reazioni: l'ossido di manganese, o può venir ridotto dal carbone presente nel letto di fusione a manganese metallico, che può legarsi col ferro migliorandone la composizione: oppure, reagendo secondo l'equazione qui appresso, contribuire a mettere in libertà il cloro:

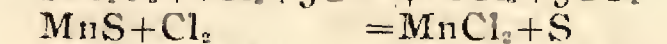

$$2Mg_2OCl_2+MnO_2=4MgO+MnCl_2+Cl_2$$

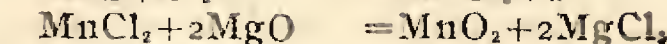
Le reazioni che possono avvenire nel forno elettrico — reazioni che hanno carattere di probabilità, ma che non sempre possono essere confermate sperimentalmente — sono:

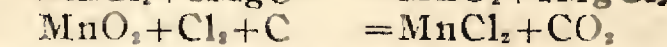

$$2MgO+C+2Cl_2=2MgCl_2+CO_2$$


$$2FeCl_3+3MgO=3MgCl_2+Fe_2O_3$$

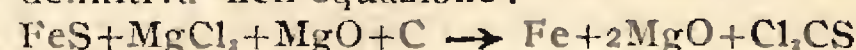

$$2Fe_2O_3+6Cl_2+3C=4FeCl_3+3CO_2$$


$$MnS+Cl_2=MnCl_2+S$$


$$MnCl_2+2MgO=MnO_2+2MgCl_2$$


$$MnO_2+Cl_2+C=MnCl_2+CO_2$$

Il processo studiato dal dott. Ongaro potrebbe essere riassunto in definitiva nell'equazione:


$$FeS+MgCl_2+MgO+C \rightarrow Fe+2MgO+Cl_2CS$$

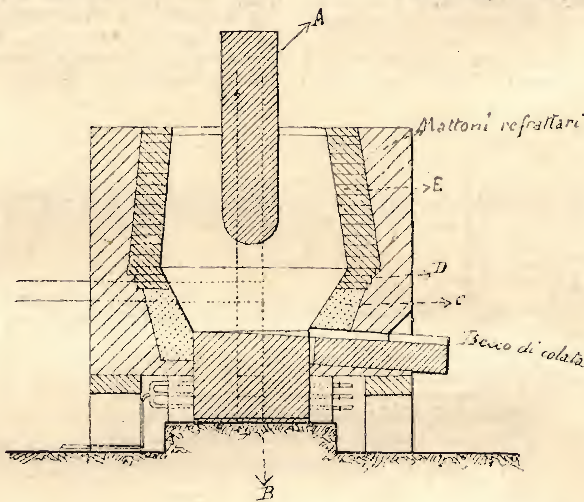


Fig. 2.

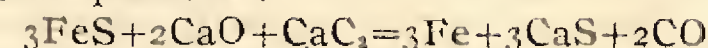
L'ing. Guédras, in collaborazione con Duina, brevettò un altro metodo di preparazione della ghisa dalla cenere di pirite. In esso si impiega ancora come desolforante il cloro, ma sotto forma di cloruro di carbonile ($COCl_2$).

Il materiale che si deve impiegare nella riduzione al forno elettrico, mediante il brevetto Guédras-Duina, deve essere completamente essicato, e perciò gli autori fanno subire alla cenere un primo trattamento in un forno rotativo (fig. 1) a lavoro continuo e riscaldato a gas. L'azione del forno rotativo, oltre ad essere disidratante, è anche desolforante. Il forno ad essicare è cilindrico (A); viene riscaldato con gas di lignite, prodotto mediante un gasogeno (B), o con gas proveniente dall'alto forno elettrico, gas ricco in ossido di carbonio. Il caricamento della cenere di pirite è fatto automaticamente, mediante una tramoggia (C), dalla parte posteriore del forno, e la pirite, desolforata e disidratata, è asportata mediante una coclea posta sul davanti (D). Lo zolfo, che aveva una percentuale del 2 a 3 %, dopo l'operazione al forno elettrico si trova alla percentuale del 0,1 a 0,2 %.

Il materiale ottenuto dal forno rotativo subisce l'operazione di riduzione in un forno elettrico, che può essere anche un alto forno. Il tipo di forno studiato dagli autori è rappresentato dalla fig. 2. Uno degli elettrodi è in alto (A), l'altro è sul fondo e rivestito di grafite (B). Il crogiuolo (C) è di grafite compressa; i due tronchi di cono, tino e crogiuolo, che costituiscono il forno, sono separati da mattoni di carbone (D). Il tino è formato con mattonelle di bauxite (E). Il letto di fusione viene formato con materiale riducente coke, carbone di legna o carbone di legna e antracite. Al minerale si aggiunge, quale fondente, dell'ossido di calcio, onde ottenere una scoria basica agente anche da desolforante; del cloruro di calcio per avvivare e aumentare la desolforazione ottenuta con l'ossido di calcio; del manganese per aiutare l'azione desolforante.

Si cerca, nel calcolo della scoria, d'ottenere un composto molto basico dalla composizione: $SiO_2 2CaO$, cioè un silicato basico; in cui è presente pure carburo di calcio, corpo inerte relativamente alla basicità del complesso.

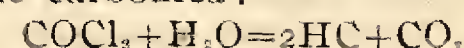
Abbiamo visto come agisce l'ossido di calcio sul solfuro di ferro secondo l'equazione:


$$3FeS+2CaO+CaC_2=3Fe+3CaS+2CO$$

L'azione di attivare la desolforazione del cloruro di calcio può spiegarsi con la formazione di solfuro di calcio e cloruro di carbonile, secondo l'equazione:


$$FeS+CaCl_2+CO=Fe+CaS+COCl_2$$

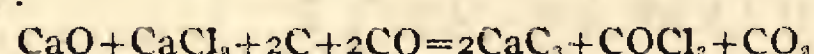
Il cloruro di carbonile è portato dalla corrente dei gas a contatto dell'aria umida, e allora si decompone dando acido cloridrico e anidride carbonica:


$$COCl_2+H_2O=2HCl+CO_2$$

Ma per il buon andamento della operazione, dagli autori è stato constatato essere necessario che quest'ultima reazione

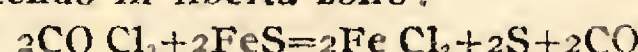
non avvenga; da ciò la voluta condizione che la cenere di pirite sia perfettamente anidra.

Si è visto che non deve mai essere raggiunta la saturazione in solfuro di calcio della scoria, ciò che gli autori ottengono col cloruro di carbonile. Il cloruro di carbonile si forma, secondo l'equazione di Michalske: dalla calce, cloruro di calcio, carbone ed ossido di carbonio, nell'interno stesso della massa in fusione:



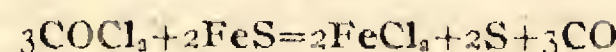
$$CaO+CaCl_2+2C+2CO=2CaC_2+COCl_2+CO_2$$

Il cloruro di carbonile cede il suo cloro molecola pro molecola al solfuro di ferro, formando cloruro ferroso o cloruro ferrico, e mettendo in libertà zolfo:



$$2CO\,Cl_2+2FeS=2Fe\,Cl_2+2S+2CO$$

oppure



$$3COCl_2+2FeS=2FeCl_3+2S+3CO$$

Eliminando così lo zolfo si evita di raggiungere il limite di saturazione della scoria in solfuro di calcio, la scoria avendo intatto il suo potere chimico, essendo fortemente basica, assicura la desolforazione del bagno metallico. Col processo Guédras-Duina si ottiene ghisa avente un tenore di zolfo del 0,01 ÷ 0,03, cioè come le migliori ghise ottenute da buona ematite.

* * *

Ma la scienza chimica avanza sempre più traverso studî ed esperienze dei suoi cultori migliori. Ora è la volta della preparazione dell'acciaio che si vuol ottenere direttamente dalle ceneri di pirite. Il decisivo responso non tarderà di sicuro a coronare gli sforzi degli scienziati e a far registrare un nuovo trionfo a questa moderna dottrina.

GIAN CARLO MOR.

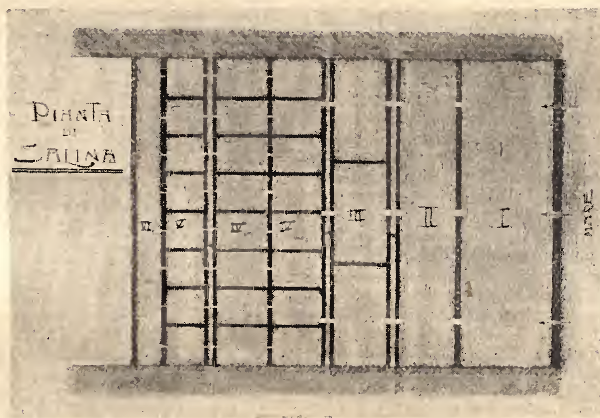
IL SAL MARINO E LA SUA ESTRAZIONE

Diffuso ed abbondante in soluzione nell'acqua del mare è il sal marino; fin dalla più remota antichità ebbe grande importanza come condimento indispensabile e gradito; lo usarono anche nelle funzioni religiose gli Ebrei ed i Romani. Gli antichi lo sparsero sulle terre dei vinti come per richiamare l'ira di Dio.

Ha per formula chimica *NACL* (clorudo di sodio) e la densità dei suoi cristalli è stata trovata da Buignet 2,145, compresa cioè la durezza del gesso e della calcite. Cristallizza nel sistema monometrico (ottaiedro cubo-ottaiedro rombododecaedro) e tipiche sono le tramoggie di esso, che risultano dall'agruppamento di numerosi cristalli cubici, i quali successivamente si addossano partendo da un primo. Dopo essersi cristallizzato è anidro, però contiene acqua d'interposizione e a questo è dovuto il suo crepitare violento quando viene riscaldato al calor rosso (basta buttare un po' di sal comune sul carbone acceso).

Le acque del mare sono un immenso deposito di cloruro di sodio (la salsedine è costituita da 3/4 di esso). Lo Schafhault calcolò che il sale contenuto in esse ha un volume cinque volte maggiore circa di quello delle Alpi.

Non bisogna però supporre che l'acqua marina contenga solamente l'*NACL*, bensì altri corpi solidi, come i cloruri ed i solfati di magnesio, di potassio, di calcio ed altri ben 15 minerali come oro, argento, ferro, rame, fosforo, manganese, ecc.



I, Grande bacino (o laghetto) per conservare l'acqua del mare. — II, Altro bacino (acqua vergine). — III, Vasche dove comincia l'evaporazione. — IV, Vasche per l'evaporazione dove l'acqua diventa rossastra. — V, Vasche di evaporazione e di raccolta. — VI, Canale di sbocco dell'acqua madre. — =, Canali di distribuzione.

Riguardo alla salsedine, le acque variano da regione a regione, ed è ben noto che vi sono anche dei laghi più salati degli stessi mari. Le differenze maggiori si riscontrano nei mari chiusi, superando di molto la media degli oceani (Mar Morto, lago di Eltol) altri invece (come il Baltico, il Mar Nero, il Mar Caspio) ne sono inferiori.

Media della quantità di sali secondo Forchammer.

Mar Baltico	4,82 %
Mar Mediterraneo (Malta)	37,53 %
Oceano Atlantico	34,30 %
Mar Nero	15,90 %
Categat e Sund	12,20 %

Si capisce benissimo che la differenza della salinità dell'acqua è proporzionale alla evaporazione ed al volume d'acqua dolce che essa riceve per mezzo dei fiumi, pioggie e torrenti i quali tendono sempre a diluirla; così vediamo la regione aralo-caspica (sotto questa considerazione interessantissima) ed in particolare il golfo di Kara-Boghaz (51° parallelo ed est del Caspio), dove la salinità rende impossibile la vita e la vegetazione, i pesci trascinativi dalla corrente divengono ciechi. Basta ancora ricordare che il Great Salt Lake è calcolato di contenere 400 milioni di tonnellate di cloruro di sodio e 30 milioni di tonnellate di solfato di sodio.

L'estrazione del Sal Marino si fa in tre modi:

Evaporazione per mezzo di combustibili: Questo metodo poco usato da noi per mancanza di combustibile, è applicato in alcune regioni dell'Inghilterra. L'acqua marina viene evaporata in caldaie e ridotta a 1/6 del suo volume.

Per congelazione: Questo mezzo, applicato nel nord della Russia, si basa sul fatto che esponendo il Sal Marino a temperatura minore della congelazione dell'acqua, la soluzione si scinde in due; una solida, perchè mancante di sale, l'altra liquida, in cui si concentra il cloruro di sodio, e così continuando per conseguenti suddivisioni; l'ultimo residuo liquido si fa evaporare a fuoco.

Per evaporazione spontanea: Questa è la migliore e la più usata in tutto il mondo ed a tal uopo sino dai tempi antichi si sono costruite le così dette saline, formate come si può rilevare dalla pianta, da numerosi scompartimenti, che man mano diminuiscono di superficie; l'acqua entrando da alcune imboccature principali viene gradatamente distribuita; nei primi bacini la si fa chiarificare facendo così depositare i sali di calce e l'ossido di ferro, indi si fa passare negli altri, dove diventa rossastra e sempre più densa, finchè giunta nell'ultimo, deposita il cloruro di sodio. L'acqua che ne rimane (acqua madre) fatta uscire spesse volte, viene conservata per il prossimo raccolto, mescolandola con quella dei primi bacini (acqua vergine) per aumentarne la salinità; e a proposito dell'acqua vergine essa in generale non proviene dal mare, bensì da alcuni laghetti (p. es. nelle saline di Cagliari e quelle di Carloforte l'acqua proviene da un grande stagno detto Molentargius, comunicante col mare per un canale di 2 km.). Non tutte le coste dei paesi caldi sono adatte per la costruzione delle saline; bisogna che vi dominino venti secchi e prima di una definitiva costruzione conviene provare parecchie volte. La durata della raccolta del sale varia dal clima e di conseguenza da regione a regione. Vi sono poi quelle dove il raccolto vien fatto sistematicamente tutto l'anno; queste però si trovano abbastanza vicine all'equatore. Il sale che rimane nelle ultime vasche viene trasportato e raccolto in grandi cumoli dove, dopo essere stato coperto con tegole e giunchi nel primo anno, perde il 10 % del suo peso ed il 6 % nel secondo.

Data l'indole dello scritto non conviene dilungarci in particolari, mi limiterò a dire che in Italia quasi tutte le saline sono monopolio dello Stato e cioè quelle di Comacchio (Ferrara), Margherita di Savoia (Foggia), Porto Ferrario (Livorno), Cervia (Ravenna), Tarquinia (Roma), altre sono del Demanio, cioè quelle di Cagliari e Carloforte. Le saline di Sicilia, poste nelle Provincie di Siracusa (Augusta, Melitti Pozzallo, Siracusa) e Trapani (Marsala, Paceco, Trapani) hanno speciale importanza, perchè appartenenti a privati e si dice che siano state le prime ad essere costruite in Italia (1).

Molti ed importanti sono gli usi del sale marino: basta accennare ai maggiori. Con l'ossido di piombo è usato per la fabbricazione dei vetri, col catrame minerale per la manifattura delle pelli, della soda, dell'acido cloridrico, del sapone, delle candele, del salato. Il Sal Marino è più impuro del Sal-Gemma; in alcune regioni è preferito a questo per la sola abitudine ed in quanto al prezzo varia da regione a regione però. Quello usato per l'industria e l'agricoltura, è sottoposto a forti ribassi.

ALBERTO ZICHICHI DI GIULIO.

(1) Se ne contano quasi 32 nella sola provincia di Trapani. Queste sono ancora più importanti perchè producono il sale molto fino detto « Scaglia Minuta » adattissimo per salare il pesce, giacchè abbondando di cloruro di magnesio dà un colore più vivo. La produzione sarebbe di gran lunga superiore, se non mancassero dei mezzi meccanici.

NOZIONI UTILI DI ELETTROTECNICA

Ing. GENNARO CHIERCHIA

ROCCHETTI ED ELETTROMAGNETI

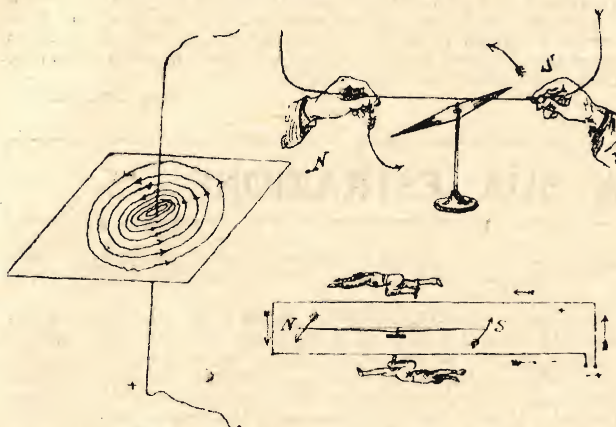


Fig. 1. Figg. 2 e 3.

GENERALITÀ.

È noto che un conduttore percorso da corrente elettrica si comporta come un magnete, crea cioè un campo magnetico e quindi delle linee di forza. Si può facilmente convincersi di questo fatto passando un filo percorso da corrente (generata ad esempio mediante una pila) attraverso un foglio di carta sul quale si sparge uno strato di finissima limatura di ferro (fig. 1). Questa si disporrà secondo circonferenze concentriche assai distinte che hanno l'andamento delle linee di forza. La distribuzione delle circonferenze ci mostra che la forza magnetica è massima in prossimità del conduttore e diminuisce man mano che ci si allontana da quello.

Altra esperienza ugualmente semplice che ci mostra lo stato magnetico di un conduttore percorso da corrente consiste nell'avvicinare questo conduttore ad un ago calamitato posto in bilico, parallelamente alla sua direzione (fig. 2). L'ago devia subito dalla sua posizione di orientamento e tende a disporsi in croce con la direzione del conduttore. Se s'inverte il senso della corrente nel conduttore, l'ago devia ugualmente ma in senso contrario al precedente. La deviazione segue la legge

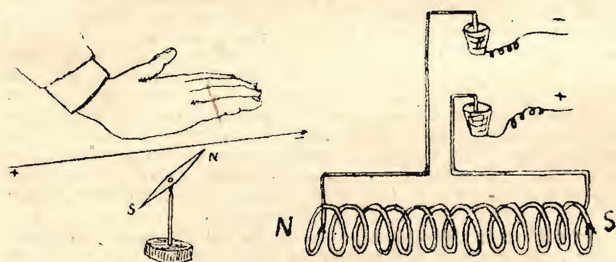


Fig. 4. Fig. 5.

di Ampère che è la seguente: Una corrente che percorre un conduttore in modo che entri dai piedi di un osservatore disteso su quello ed esca dalla testa, fa deviare il polo Nord dell'ago calamitato verso la sinistra dell'osservatore (fig. 3).

Si noti che all'osservatore si può più semplicemente sostituire la mano destra che si disporrà in modo che la corrente esca dalle dita: la deviazione del polo Nord dell'ago avviene dalla parte del pollice (fig. 4).

L'azione direttrice della corrente sopra un ago calamitato è reciproca, cioè se si avvicina un ago calamitato od una calamita ad un circuito mobile percorso da corrente, questo circuito si sposta e tende a disporsi normalmente alla direzione della calamita. Per eseguire l'esperienza basta avvolgere a spirale cilindrica alcuni metri di filo di rame e piegare i capi in modo da poterli immergere in due pozzetti di mercurio ai quali si fa giungere la corrente mediante due conduttori posti in comunicazione con una pila (fig. 5). La spirale così formata si comporta in modo analogo ad un ago magnetico. Si noti che in pratica, affinchè il fenomeno risulti evidente, occorre che la spirale sia attraversata da una corrente alquanto intensa e che l'attrito offerto dalle estremità immerse nei pozzetti di mercurio sia quanto più piccolo è possibile.

La ragione per la quale il conduttore va avvolto a spirale si deve al fatto che in tal modo l'azione magnetica viene ad essere assai accresciuta. La fig. 6 mostra la distribuzione delle linee di forza creata dalla spirale. Una spirale conduttrice costituisce un *solenoide*. In modo generale chiamasi solenoide un sistema di correnti circolari uguali ed aventi la medesima direzione i cui centri sono equidistanti e disposti sopra una medesima linea alla quale i piani dei cerchi sono perpendicolari e che costituisce l'asse del solenoide.

Un solenoide è rappresentato dalla fig. 7. Si osservi che nel caso della figura ciascun giro intero *AB*, *BC*, *CD* dell'elica si può scomporre in due elementi uno dei quali ($\alpha\gamma$, $\gamma\varepsilon$) ha direzione parallela all'asse e l'altro ($\alpha\beta$, $\gamma\delta$) è circolare e giace in un piano perpendicolare all'asse. Ora l'azione degli elementi rettilinei, la cui somma costituisce il tratto *MN* è distrutta da quella di ritorno *PQ* di direzione opposta; sicchè non resta che l'azione degli elementi circolari costituenti il solenoide.

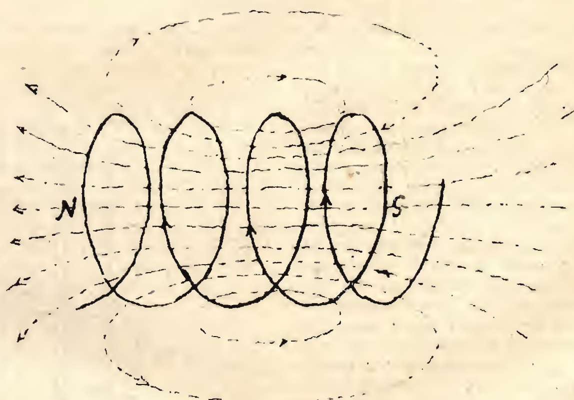


Fig. 6.

Poichè abbiamo detto che un solenoide si comporta come una calamita è evidente che deve dar luogo a due poli opposti alle estremità. Il nome di questi poli dipende dal modo con cui è piegata l'elica e dalla direzione della corrente che la percorre. In ogni caso i poli si possono sempre determinare con la regola dianzi deta e cioè «il polo Nord si trova alla sinistra di chi è sdraiato sul filo in modo da guardare l'asse dell'elica e da essere attraversato dalla corrente dai piedi verso la testa» oppure con l'altra regola, che le corrisponde «il polo Nord si trova all'estremità che ad un osservatore posto di fronte al piano delle spire si presenta attraversata dalla corrente in senso inverso del movimento delle lancette di un orologio» (fig. 8).

Fra un solenoide ed un altro, percorsi da corrente, si riscontrano le medesime azioni verificate fra un ago calamitato o calamita e un solenoide. Possiamo dunque dire che un solenoide è, per ciò che concerne gli effetti esterni, paragonabile ad una calamita.

In pratica le spirali hanno un gran numero di spire ed un passo molto corto; allora l'azione della parte rettilinea è trascurabile rispetto a quella delle spire.

ROCCHETTI.

Si forma un rochetto o bobina avvolgendo su un'anima cilindrica di legno, cartone, fibra, od altra materia isolante od anche conduttrice ma non magnetica (rame, ottone, ecc.) in uno o più strati, un lungo filo conduttore. Quest'ultima ha uno spessore molto sot-

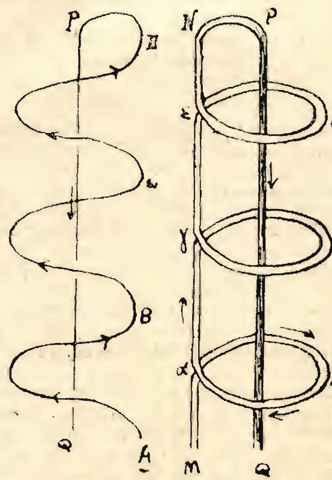


Fig. 7.

tile ed è munita di due testate alle estremità destinate a trattenere le spire.

I rocchetti sono di solito di forma tubolare, di sezione piccola rispetto alla lunghezza (fig. 9) o viceversa (fig. 10) ma talvolta si fanno anche di sezione quadrata o rettangolare (figura 11).

Se si avvicina o s'introduce nell'apertura interna di un rocchetto percorso da corrente un nucleo di ferro, questo si magnetizza come se si trovasse influenzato dall'azione di un magnete ed assume una polarità nella direzione del campo.

L'intensità del campo megnetico è dato dal numero delle linee di forza magnetica per cmq. di superficie piana normale alla direzione del campo stesso e si misura in Gauss.

Indicando con H l'intensità del campo all'interno di uno solenoide o rocchetto, con l la lunghezza in cm. del rocchetto, con n il numero delle spire e con i l'intensità in Ampères della corrente agente si ha:

$$H = \frac{4 \pi n i}{10 l}$$

cioè più semplicemente:

$$H = 1{,}257 \frac{n i}{l}$$

Si osserva dunque che all'interno di un rocchetto l'intensità del campo è in proporzione diretta col prodotto del numero delle spire per l'intensità della corrente, ed in proporzione inversa con la lunghezza del rocchetto.

Il prodotto $n \times i$ si suole chiamare amperes-spire mentre il rapporto $\frac{n i}{l}$ si dice ampères-spire specifiche.

Se si avvicina all'apertura centrale di un rochetto percorso da corrente una sbarra calamitata *NS* (fig. 12) questa è attratta verso l'interno se i due poli affacciati sono di nome contrario e ciò finchè il centro del magnete non coincide col centro del rocchetto. Se i due poli affacciati sono di nome uguale allora la sbarra calamitata viene respinta.

Fig. 8.

Se si sostituisce al magnete una sbarra di ferro dolce, questa viene attratta dal rocchetto fino a disporsi col suo centro ad ugual distanza dalle estremità del rocchetto stesso. Dal rapporto fra la lunghezza della sbarra di ferro e quella del solenoide dipende la posizione della sbarra nell'interno al solenoide stesso alla quale corrisponde il massimo sforzo di attrazione. Se il rocchetto attrae una sbarra di lunghezza almeno doppia della sua, lo sforzo di attrazione cresce tanto più quanto più la sbarra penetra all'interno e diventa massima quando l'estremità inferiore di questa è arrivata al fondo del rocchetto. Invece se il rocchetto ha la stessa lunghezza della sbarra, la massima attrazione si verifica quando l'estremità inferiore della sbarra ha oltrepassato di poco la mezzaria del rocchetto. Se poi la sbarra è molto corta, allora lo sforzo è massimo appena l'estremità inferiore di questa ha oltrepassato l'estremo del rocchetto.

Si osservi che se si sostituisce ad un rocchetto un magnete cavo, cioè un tubo calamitato questo non si comporta come un solenoide; infatti avvicinandogli una sbarra calamitata in modo che i poli di fronte sieno opposti, la sbarra si avvicina al tubo ma non penetra all'interno.

Elettro-calamite.

Abbiamo veduto che avvicinando una sbarra di ferro ad un rocchetto percorso da corrente quella viene attratta fino ad occupare il vano interno. La sbarra diventa allora una vera e propria calamita e il sistema complessivo si chiama elettrocalamita.

Un'elettrocalamita si compone dunque di un nucleo di ferro dolce introdotto all'interno di un rocchetto e tale da sporgere alquanto per poter attrarre pezzi di ferro di qualunque forma.

Il nucleo si magnetizza appena circola corrente nel rocchetto e quindi attrae e mantiene attaccata per attrazione un pezzo di ferro o di metallo magnetico qualsiasi (armatura); se il nucleo fosse d'acciaio, allora conserverebbe il magnetismo anche dopo cessato il pasaggio della corrente; tolto quindi dal rocchetto, dopo averlo magnetizzato, costituirebbe una ordinaria calamita. Se invece il nucleo è di ferro dolce allora si smagnetizza quasi istantaneamente al cessare della corrente.

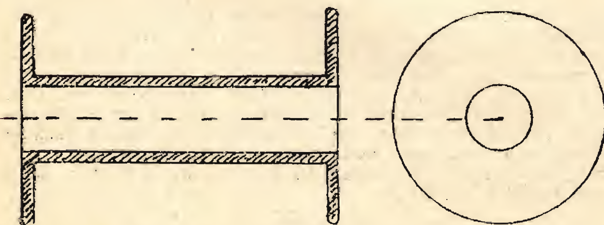


Fig. 9.

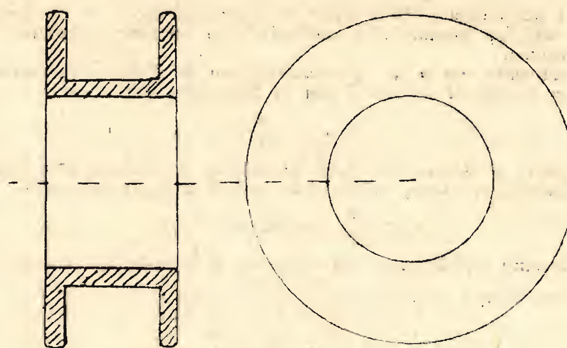


Fig. 10.

La forma delle elettrocalamite varia a seconda degli usi cui sono destinate: alcune volte è dritta cioè costituita da un solo rocchetto provvisto di nucleo dritto, altre volte è a ferro di cavallo o ad U (fig. 13). In questo caso il nucleo è lungo e piegato a forma di U; i rami dritti s'introducono in due rocchetti sui quali si avvolge un filo di rame isolato in modo che le loro azioni sieno concordanti. A questo scopo l'avvolgimento dev'essere eseguito in modo tale che supposto il nucleo raddrizzato, la spirale di un rocchetto sia la continuazione della spirale dell'altro, e cioè in senso opposto come si vede alla fig. 14. Applicando una delle regole indicare, si constata che in tal maniera le estremità dell'elettrocalamita hanno polarità opposta.

Molto spesso gli elettromagneti ad U invece di essere formate da un unico nucleo niegato, si compongono di due nuclei dritti (fig. 15), nei quali s'introducono i rocchetti, collegati presso un estremo da una sbarra di ferro pure dritta.

Abbiamo già detto che il pezzo di ferro destinato ad essere attratto dall'elettrocalamita si chiama àncora. Si osservi che la forza attrattiva diminuisce molto al crescere della distanza dell'àncora dai poli; infatti la forza è inversamente proporzionale al quadrato della distanza, inoltre il magnetismo che s'induce nell'àncora diminuisce assai al crescere della distanza, perchè la resistenza che oppone l'aria alle linee di forza è molto rilevante.

Volendo aumentare l'ampiezza della corsa dell'àncora, si può farla spostare in direzione obliqua rispetto alla linea dei poli anzichè perpendicolarmente, oppure si può munire la superficie inferiore dell'àncora di piccoli coni di ferro dolce destinati a penetrare in fori di ugual forma esistenti nel nucleo dell'elettrocalamita.

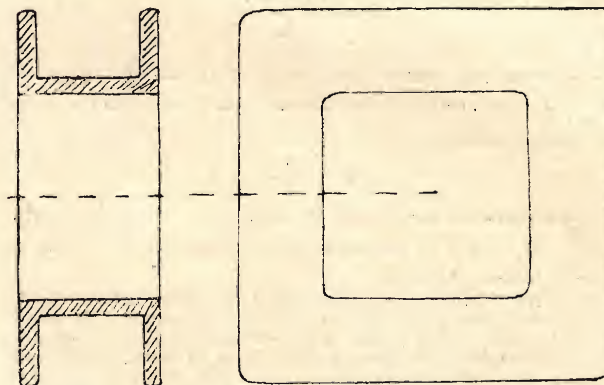


Fig. 11.

Per ottenere che l'àncora si distacchi dai poli appena s'interrompe la corrente, cioè per ridurre al minimo il magnetismo residuo, si deve impedire che avvenga diretto contatto fra i poli e l'àncora, la qual cosa si ottiene interponendo fra le due parti un pezzetto di carta, di ottone o di rame.

Altra osservazione che si deve fare è, che tanto la magnetizzazione, quanto la magnetizzazione del nucleo, avvengono con un certo ritardo rispetto agli istanti di chiusura e di apertura del circuito; questo fenomeno è dovuto essenzialmente all'isteresi del ferro. Si può ridurre adoperando ferro molto puro e dolce.

Circuito magnetico.

Il percorso delle linee di forza costituisce il *circuito magnetico*. Se s'introduce in un rocchetto percorso da corrente, un nucleo di ferro, il numero di linee di forza che attraversa questo, cioè il *flusso* è assai maggiore di quello che attraversava l'interno del rocchetto prima dell'introduzione del nucleo. Ciò significa che il ferro ha attitudine assai maggiore dell'aria a

farsi attraversare dalle linee di forza. Si dice che il ferro ha maggior permeabilità dell'aria, cioè minore resistenza o riluttanza.

Indicando con μ la permeabilità, con Φ il flusso che attraversa l'unità di sezione e con H l'intensità del campo, si ha

$$\mu = \frac{\Phi}{H}$$

Poichè il flusso per unità di sezione si chiama induzione magnetica specifica, indicandolo con B si ha la relazione

$$\mu = \frac{B}{H} \quad \text{da cui} \quad B = \mu H$$

Siccome all'interno di un solenoide il valore di H, come abbiamo visto, è espresso da $\frac{0{,}4\ \pi\ n\ i}{l}$ sarà

$$B = \mu\ \frac{0{,}4\ \pi\ n\ i}{l}$$

Indicando con S la sezione del ferro o di altro materiale magnetico e con Φ il flusso (numero di linee di forza) si ha

$$\Phi = B\ S$$

Per produrre un certo flusso Φ occorre una certa *forza magneto-motrice* F, come per produrre una certa *intensità di corrente* occorre una *forza elettro-motrice*. Dunque l'espressione intensità corrisponde al numero totale di linee di forza (flusso) che attraversano una resistenza magnetica, mentre l'espressione *tensione* o *f. e. m.* corrisponde alla forza che crea le linee magnetiche di forza cioè alla *forza magneto-motrice*.

È evidente che se μ = permeabilità magnetica sarà $\frac{1}{\mu}$ = resistenza magnetica (o riluttanza).

Si osservi che la resistenza elettrica non varia al variare dell'intensità della corrente mentre invece la resistenza magnetica varia al variare del numero delle linee di forza e più precisamente aumenta all'aumentare del flusso.

Il valore μ varia dunque sia al variare della qualità del metallo magnetico sia al variare dell'induzione B.

La forza magnetomotrice F è proporzionale al numero delle spire n ed all'intensità della corrente i. Si ha

$$F = 0{,}4\ \pi\ n\ i$$

Il flusso totale Φ che attraversa un nucleo di sezione S disposto all'interno di un rocchetto è dato da

$$\Phi = \mu\ H\ S = \mu\ S\ \frac{0{,}4\ \pi\ n\ i}{l}$$

Dividendo numeratore e denominatore della frazione per $\mu\ S$ si ha

$$\Phi = \frac{\frac{0{,}4\ \pi\ n\ i}{l}}{\mu\ S}$$

Poichè $0{,}4\ \pi\ n\ i$ non è altro che la forza magneto-motrice F ed $\frac{l}{\mu S}$ la riluttanza che indicheremo con R, possiamo scrivere più semplicemente

$$\Phi = \frac{F}{R}$$

formula analoga alla legge di Ohm per i circuiti elettrici $I = \frac{E}{R}$, in cui I è la intensità della corrente, E la f. e. m., ed R la resistenza elettrica.

Abbiamo veduto che il valore di μ per uno stesso metallo magnetico è tanto più piccolo quanto più grande è il valore dell'induzione B. Per l'aria invece la permeabilità è costante, cioè indipendente dal numero delle linee di forza. Per questa ragione alla permeabilità specifica dell'aria si dà il valore 1.

Nella seguente tabella sono indicati i varî valori dell'induzione B e della permeabilità μ per il ferro fucinato e per la ghisa.

FERRO FUCINATO		GHISA	
Valore di B	Valore di μ	Valore di B	Valore di μ
5000	2500	5000	500
9000	2250	6000	300
10000	2000	7000	150
12000	1412	8000	100
14000	823	9000	75
16000	320	10000	53
18000	90	11000	35

FORZA PORTANTE DELLE ELETTROCALAMITE.

Chiamasi *forza portante* o *portata* di una elettrocalamita la forza necessaria per staccare l'àncora quando è ad immediato contatto con le facce polari. Essa dipende essenzialmente dalla qualità del ferro e dal flusso.

Indicando con p la portata in gr., con B l'induzione e con S la sezione in cm.² del nucleo o dei nuclei si ha

$$p = \frac{S\ B^2}{8\ \pi\ 980}$$

Per conoscere la portata in kg., indicandola con P sarà evidentemente

$$P = \frac{S\ B^2}{8\ \pi \times 980000}$$

Si osservi che nel caso di elettrocalamita ad U, la sezione S corrisponde al doppio di quella di una estremità polare.

Dalla formula

$$p = \frac{B^2\ S}{8\ \pi \times 980}$$

ricordando che

$$B = \mu\ \frac{0{,}4\ \pi\ n\ i}{l}$$

si ha, sostituendo

$$p = \frac{S}{8\ \pi \times 980} \times \mu^2 \left(\frac{0{,}4\ \pi\ n\ i}{l}\right)^2 = \frac{S}{8\ \pi \times 980} \times \left(\frac{\mu\ n\ i}{l}\right)^2 \times$$

$$\times \frac{16\ \pi^2}{100} = \frac{16\ \pi^2}{8\ \pi \times 980 \times 100} \times S \times \left(\frac{\mu\ n\ i}{l}\right)^2 =$$

$$= \frac{2\ \pi}{980 \times 100} \times S \times \left(\frac{\mu\ n\ i}{l}\right)^2$$

e più semplicemente

$$p = 0{,}000064 \times S \times \left(\frac{\mu\ n\ i}{l}\right)^2$$

da cui

$$n^2\ i^2 = \frac{l^2 \times p}{0{,}000064 \times S \times \mu^2}$$

e se esprimiamo p in kg. anzichè in gr., indicandolo con P si ha

$$n^2\ i^2 = \frac{l^2 \times P \times 1000}{0{,}000064 \times S \times \mu^2}$$

quindi

$$n\ i = \frac{l}{\mu} \sqrt{\frac{1000}{0{,}000064}\ \frac{P}{S}}$$

e più semplicemente

$$n\ i = 3950\ \frac{l}{\mu} \sqrt{\frac{P}{S}}$$

formula importantissima che si applica per il calcolo degli elettromagneti.

CALCOLO DELLE ELETTROCALAMITE.

Il calcolo di una elettrocalamita consiste nel determinare i dati costruttivi, nota la portata (forza necessaria per staccare l'àncora quando è in immediato contatto con i poli). Talvolta può occorrere di conoscere lo sforzo in kg. che un'elettrocalamita compie ad una certa distanza dall'àncora.

Occorre innanzi tutto fissare il valore dell'induzione B che si vuole ammettere nel nucleo di ferro. Questo di solito si considera =1600 cui corrisponde μ =320 (vedi tabella precedente). Si deve inoltre stabilire anche la lunghezza del circuito magnetico.

Le formule principali che si debbono applicare sono

$$S = \frac{P \times 8\ \pi \times 980000}{B^2} \qquad (1)$$

che si deduce dalla

$$P = \frac{B^2\ S}{8\ \pi \times 980000}$$

e che permette di trovare la sezione S in cm.² del nucleo data la forza portante P espressa in kg. e l'induzione B, ed

$$n\ i = 3950\ \frac{l}{\mu} \sqrt{\frac{P}{S}} \qquad (2)$$

con la quale si determina il numero di ampères-spire $n\ i$ nota la lunghezza l in centimetri del circuito magnetico, la permeabilità μ, la portata P in kg. e la sezione S in cm.² del nucleo.

Per chiarire le idee, faremo un esempio.

Si voglia calcolare un'elettrocalamita ad U (fig. 16) della portata di kg. 500 avente il circuito magnetico lungo cm. 50.

Applicando la formula (1) e ponendo B = 16000 si ha

$$S = \frac{500 \times 8\ \pi \times 980000}{256000000} = \text{circa } 50 \text{ cmq.}$$

Si osservi che si può tralasciare di applicare questa formula ed ammettere direttamente 10 kg. per cm.² di sezione.

Poichè S è la superficie attrattiva totale, trattandosi di una elettrocalamita a due poli, ciascun polo o nucleo dovrà avere la sezione di 25 cm.² cui corrisponde il diametro di cm. 5,65.

Il giogo G e l'armatura A debbono anch'essi avere una sezione non inferiore ai 25 cm.². Così il giogo che ha sezione rettangolare potrà esser delle dimensioni di cm. 6×5.

Applichiamo ora la formula (2) per trovare il numero degli ampères-spire $n\ i$. Si ha

$$n\ i = 3950\ \frac{50}{\mu} \sqrt{\frac{500}{50}} = 2080 \text{ circa}$$

Ammettendo l'intensità di 2 ampères sarà

$$n = \frac{2080}{2} = 1040 \text{ spire cioè } \frac{1040}{2} = 520 \text{ per ciascun nucleo.}$$

Considerando una densità di corrente di amp. 2,5 per mm.² circa, si adoprerà filo di 1 mm. di diametro che porteremo a 1,35 considerando lo strato isolante.

Si deve ora determinare la lunghezza del filo e quindi la resistenza, per conoscere la tensione necessaria ad alimentare l'elettrocalamita. Questa determinazione si può fare in modo assai approssimato operando come segue:

Il diametro di ogni nucleo abbiamo veduto che è di cm. 5.65: noi aumenteremo questo diametro avvolgendo attorno al nucleo della materia isolante (o introducendovi un rocchetto di legno o di cartone) sino a portarlo ad esempio a cm. 6. Possiamo eseguire l'avvolgimento su una lunghezza di cm. 14, sicchè ogni strato avrà un numero di spire pari a

$$\frac{140}{1,35} = 104 \text{ circa}$$

e per compiere 520 spire occorreranno quindi 5 strati. Il diametro di ciascuna spira appartenente al 5° strato sarà

$$60 + (5 \times 1,35 \times 2) = 73,5 \text{ mm.}$$

La lunghezza L del filo avvolto su ogni rochetto sarà data dalla media della lunghezza della spira massima (del quinto strato) e minima (del primo strato) moltiplicato per il numero delle spire.

La lunghezza della spira massima è data in cm. da

$$3,14 \times 7,35 = 23 \text{ circa}$$

e quella della spira minima da

$$3,14 \times 6 = 19 \text{ circa}$$

Quindi la lungh. della spira media è

$$\frac{23 + 19}{2} = 21 \text{ cm.}$$

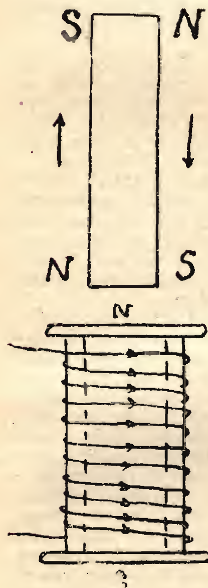
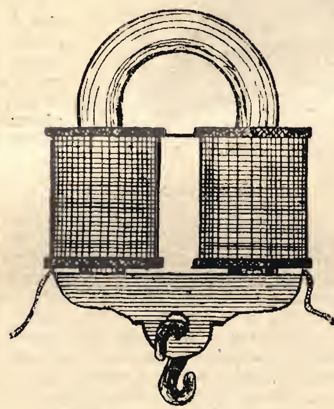


Fig. 12.


Fig. 13.

e la lunghezza L del filo avvolto su ogni rocchetto

$$L = 21 \times 104 \times 5 = 21 \times 520 = \text{m. } 109,20$$

La lunghezza complessiva sarà

$$109,20 \times 2 = 218,40 \text{ metri}$$

Ora è noto che la resistenza R di un conduttore è espressa dalla formula

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

in cui ρ = resistenza specifica del metallo di cui è composto il conduttore, S = sezione in mm.² del conduttore ed l = lunghezza in metri del medesimo. Poichè $V = RI$ (legge di Ohm) da cui $\frac{V}{I} = R$ sostituendo nella precedente formula si ha

$$\frac{V}{I} = \rho \frac{l}{S}$$

e quindi

$$V = \frac{I \rho l}{S} \qquad (3)$$

Questa formula (3) ci permette di determinare la tensione V necessaria ad alimentare l'elettrocalamita. Sarà

$$V = \frac{2 \times 0,017 \times 218,40}{0,785} = 9,5$$

se si dispone di tensione maggiore si diminuisce l'intensità e la tensione del filo eseguendo nuovamente il calcolo dell'avvolgimento.

Supponiamo ora di voler calcolare lo stesso elettromagnete ma in modo che l'attrazione di kg. 500 sia esercitata alla distanza di mm. 2 dall'àncora. Occorrerà evidentemente accrescere assai il numero di ampères-spire. Infatti abbiamo veduta la formula

$$\Phi = \frac{F}{R}$$

in cui F è la forza magnetomotrice ed $R = \frac{l}{\mu S}$ la riluttanza del circuito magnetico.

Evidentemente è

$$F = \Phi \times R = \Phi \times \frac{l}{\mu S}$$

e poichè $F = 0,4 \pi n i$ sarà

$$0,4 \pi n i = \Phi \times \frac{l}{\mu S}$$

da cui

$$n i = \frac{\Phi}{0,4 \pi} \times \frac{l}{\mu S} = 0,8 \times \Phi \times \frac{l}{\mu S}$$

Poichè nel nostro caso $\Phi = 16.000 \times 25 = 40.000$; $l = 4$ mm. (perchè si tratta di una elettrocalamita ad U); $S = 25$ cm.²; il numero di ampères-spire $n i$ che bisogna aggiungere per vincere lo strato d'aria (per il quale $\mu = 1$) sarà

$$n i = 0,8 \times 400.000 \times \frac{0,4}{25} = 5120$$

Si osserva facilmente che l'aria oppone una riluttanza fortissima alle linee di forza, e si comprende come sia della massima importanza curare di ridurre al minimo gli spazî d'aria di qualunque circuito magnetico.

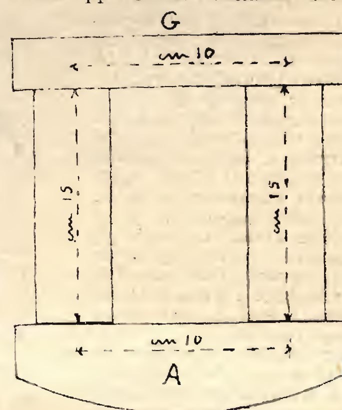
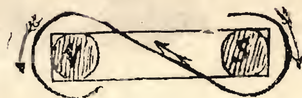
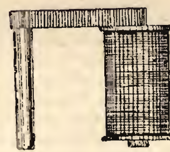


Fig. 16.


Fig. 14.


Fig. 15.

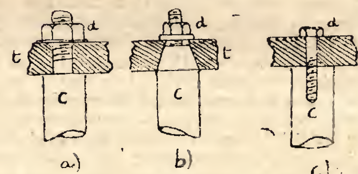


Fig. 17.

DETTAGLI COSTRUTTIVI.

Per la costruzione dei nuclei delle elettrocalamite si deve adoprare ferro dolce di ottima qualità. Dopo aver data la forma voluta si riscalderanno più volte fino al rosso e si faranno raffreddare molto lentamente seppellendoli nella cenere calda. Questa operazione si compie allo scopo di ridurre al minimo il magnetismo residuo.

La forma della sezione dei nuclei da preferirsi è quella circolare la quale a parità di area ha un perimetro minimo e quindi richiede una lunghezza di spire minima.

Riguardo alla lunghezza del circuito magnetico e quindi dei nuclei, si tenga presente che conviene attenersi ad una equa proporzione fra tale lunghezza e il diametro dei nuclei. Una elettrocalamita con nuclei molto lunghi porta il vantaggio di dar luogo a minima lunghezza delle spire d'avvolgimento ma ha l'inconveniente di presentare lungo circuito magnetico e quindi perdita di flusso. Al contrario un'elettrocalamita con nuclei corti e grossi presenta minima riluttanza a causa della brevità del circuito magnetico però l'avvolgimento risulta lungo e quindi si ha ancora perdita di potenza.

Abbiamo detto che gli elettromagneti maggiormente impiegati sono quelli ad U (fig. 15) costituiti da due nuclei (circondati da due rocchetti) collegati fra loro ad una estremità da una traversa di ferro che il più delle volte ha forma di parallelepipedo. La giunzione dei nuclei a questa traversa si può eseguire in varî modi. Si può applicare il sistema mostrato dalla fig. 17 *a)* che consiste nel ridurre le dimensioni del nucleo *c* per una certa porzione e nell'introdurre in un foro praticato nella traversa *t* la parte ridotta dopo averla filettata e infine nel fermare le due parti con un dado *d*. Questo sistema di giunzione è poco adoperato perchè dà luogo a

*

notevole riluttanza e quindi a perdita di flusso. Il sistema mostrato dalla nostra figura 17 *c*) è migliore del precedente perchè dà luogo a minor perdita di flusso: esso consiste nell'unire le due parti con una vite *d* avvitantesi nel nucleo *C*.

Finalmente il tipo di giunto mostrato dalla fig. 17 *b*) è il migliore: con esso si sfrutta tanto la pressione ottenuta mediante vite quanto la pressione dovuta all'attrazione magnetica fra i pezzi stessi. In questo giunto si ha una superficie conica di contatto del nucleo spinta nella sue sede, praticata nella traversa *t*, sia per azione del bollone *d* che per l'attrazione magnetica.

L'avvolgimento delle elettrocalamite si può eseguire sia direttamente sui nuclei sia su rocchetti che s'introducono nei nuclei ad avvolgimento ultimato. È evidente che questo secondo sistema è, per ragioni pratiche, assai preferibile.

Volendo eseguire l'avvolgimento direttamente sui nuclei, occorrerà prima isolarli con uno strato di carta o tela isolante. Se si esegue su rocchetti si potrà operare celermente ricorrendo ad un tornio ovvero facendo girare i rocchetti attorno ad un asse con un dispositivo qualsiasi facile ad immaginarsi. In ogni caso le spire si dovranno adagiare una accanto all'altra in modo da ottenere strati ben regolari; ogni strato si coprirà con un sottile foglio di carta paraffinata e si vernicerà con paraffina fusa o con vernice isolante (alla gomma lacca).

Si abbia sempre la massima cura nell'isolare l'estremità del filo con cui s'incomincia l'avvolgimento. Quando non si abbia possibilità di farla uscire da un forellino praticato in uno dei bordi del rocchetto e quindi debba trovarsi vicino agli ultimi strati di filo, dovrà essere accuratamente isolata mediante un tubetto di gomma o di seta.

COM'È FATTA UNA CENTRALE ELETTRICA

È noto che col nome di centrale elettrica generatrice, si suole indicare l'officina nella quale si genera l'energia elettrica.

Questa comprende essenzialmente il gruppo od i gruppi motori-dinamo o motori-alternatori ed il quadro di manovra. Il quadro di manovra comporta i reostati, gli apparecchi di misura, gl'interruttori, le valvole, ecc. Esso nelle centrali di piccola importanza si compone di uno o più pannelli o quadri verticali di marmo od ardesia, contenenti i varî apparecchi e disposti nella stessa sala delle macchine.

Nelle grandi centrali, gli apparecchi sono disposti in locali separati dalla sala delle macchine e il quadro comporta i soli apparecchi a bassa tensione.

Le macchine si compongono di gruppi motori-dinamo se si tratta di corrente continua e di motori-alternatori per corrente alternata.

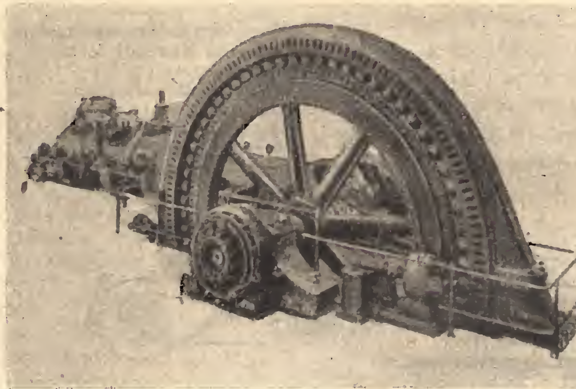


Fig. 1. — Alternatore trifase direttamente accoppiato con una macchina a vapore.

È noto che le centrali a corrente alternata sono assai più diffuse di quelle a corrente continua perchè per mezzo degli alternatori si possono raggiungere tensioni assai più elevate che non con le dinamo. Il vantaggio che si ha impiegando alte tensioni è presto spiegato. Si sa che la potenza *W.*, della corrente è espressa dal prodotto della tensione, *V.* per l'intensità, *I* (nel caso di corrente alternata occorre moltiplicare anche per cos φ). Ora poichè la sezione dei conduttori deve essere proporzionale all'intensità della corrente che li attraversa, per ridurre quanto più è possibile questa intensità a pari potenza elettrica trasmessa, e ciò allo scopo di ridurre al minimo il peso di rame necessario per formare la linea, occorre aumentare notevolmente la tensione.

La corrente alternata ha inoltre il vantaggio di poter essere facilmente variata nei suoi fattori tensione ed intensità, mediante i trasformatori statici che, com'è noto, hanno altissimo rendimento ed esigono pochissime cure.

Per elevare assai la tensione prima di mandarla sulla linea, alcune centrali contengono dei trasformatori-elevatori nei quali viene mandata la corrente generata dagli alternatori.

Dopo aver percorsa la linea, la corrente giunge in centrali di trasformazione nelle quali viene assai ridotta di tensione e quindi distribuita per i varî usi.

Dalle cose dette si deduce che la centrale generatrice trovasi di solito lontano dai centri abitati: in questi centri o vicino ad essi invece si trovano le centrali di trasformazione.

I motori, con i quali si azionano le macchine generatrici possono essere termici od idraulici: nel primo caso la centrale chiamasi *termica*, nel secondo invece *idro-elettrica*. Alcune centrali poi posseggono ambedue le specie di motori e quindi prendono il nome di *termo-idro-elettriche*.

Le *centrali termiche* possono avere motori a vapore od a gas. I motori a vapore possono essere a stantuffo o turbine. La fig. 1 mostra una macchina generatrice, direttamente accoppiata con un motore a stantuffo, mentre la fig. 2 illustra un turbo-alternatore (turbina a vapore accoppiata con alternatore).

Le figg. 3 e 4 mostrano rispettivamente un turbo-generatore a corrente continua (turbina a vapore accoppiata con dinamo), ed una dinamo accoppiata con motore a gas.

La turbina a vapore si compone essenzialmente di dischi di acciaio provvisti di due anelli alla periferia, che comprendono un canale circolare in cui sono fissate in senso radiale le palette di acciaio contro le quali agisce il vapore uscente dal distributore.

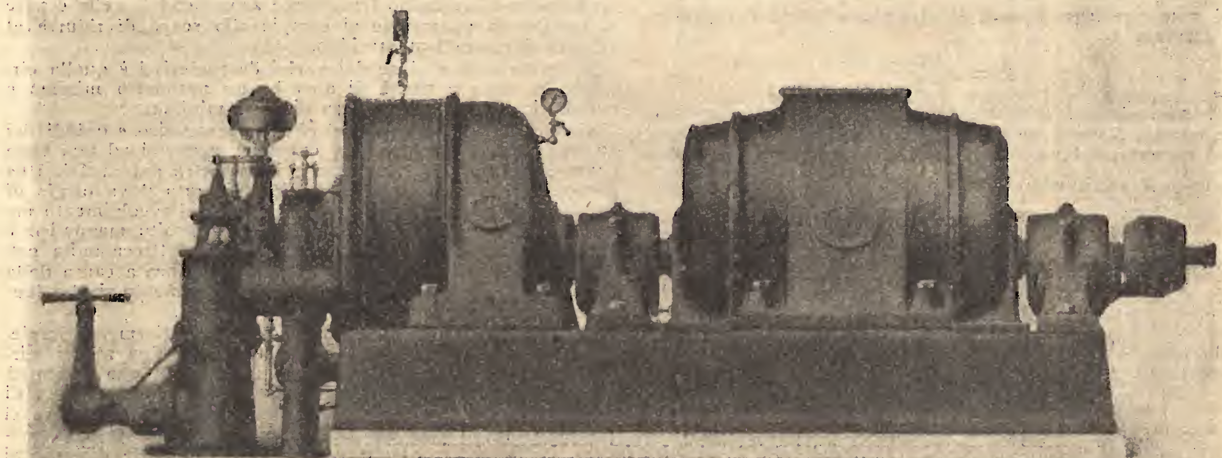


Fig. 2.

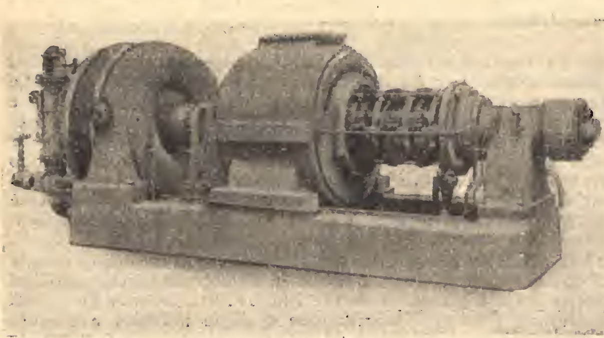


Fig. 3. — Tubo generatore a corrente continua A. E. G. Curtis 1000 kw.

I motori a gas possono essere di varie categorie e cioè a gas-luce, a gas di alti forni, povero, ad olio pesante (Diesel e semi-Diesel), a benzina, ecc.

Data la grande ricchezza di acque del nostro paese, hanno per noi massima importanza le centrali idro-elettriche.

Per utilizzare l'energia idraulica di un fiume, in generale si sbarra il fiume con un diga quindi si deriva l'acqua mediante un canale artificiale sino ad un bacino dal quale l'acqua giunge ai motori idraulici (quasi sempre turbine) mediante condutture. Dai motori l'acqua, dopo aver agito, passa nel canale di scarico.

Le turbine si compongono di un distributore formato da un anello circolare diviso in varî condotti da palette direttrici atti a guidare l'acqua verso la parte rotante o girante che si compone di una ruota divisa in tanti condotti da palette curvate in senso contrario a quelle del distributore.

Talvolta si fa uso della turbina o ruota Pelton: in essa il distributore è ridotto ad un semplice ugello, mentre la girante si compone di una ruota coronata da numerose palette a forma di cucchiaio.

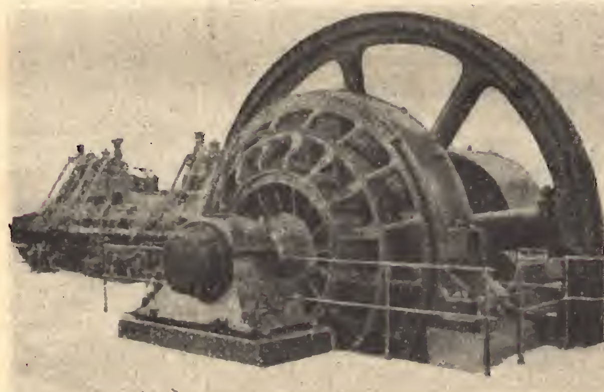


Fig. 4. — Dinamo a corrente continua direttamente accoppiata con un motore a gas.

Le turbine, a seconda della posizione dell'asse possono essere *verticali* od *orizzontali*. Nelle turbine *assiali* l'acqua giunge alla girante nel senso dell'asse di rotazione mentre in quelle *radiali* vi giunge in senso normale all'asse. Le radiali sono centripete quando hanno la girante interna e il distributore esterno, cioè quando l'acqua va dall'esterno all'interno, sono invece centrifughe se le due parti della macchina sono invertite di posto in modo che l'acqua ha direzione dall'interno all'esterno.

La classificazione più importante che si usa fare delle turbine è quella riferentesi al modo di funzionare delle medesime. Se l'acqua agisce sulle palette solo per forza viva le turbine sono ad *azione*, se invece essa agisce anche per pressione, a *reazione*.

Negli impianti con turbine ad azione, la ruota è situata nel punto più basso del salto e l'acqua agisce contro le palette con velocità iniziale uguale a quella finale, quindi deve operare senza urto.

Nelle turbine a reazione l'acqua giunge alle palette della girante e ne riempie completamente i vani analogamente ad una condotta forzata: la girante può quindi essere disposta anche ad una certa altezza dal punto più basso del salto; in questo caso occorre prolungare il tubo di aspirazione uscente dalla turbina fino al livello inferiore.

Centrali a corrente continua.

Nelle centrali a corrente continua, quando l'energia elettrica che dev'essere utilizzata è molto variabile, s'installano delle batterie di accumulatori che si caricano durante i periodi di maggiore disponibilità di energia per scaricarle nei periodi di maggior consumo. La carica si esegue di solito con una dinamo a tensione costante, che nelle prime ore si adopra da sola e poi si accoppia in serie con un'altra dinamo ausiliaria (survoltrice) la cui tensione si varia con apposito reostato. L'aggiunta della dinamo ausiliaria ha lo scopo di aumentare gradatamente la tensione di carica man mano che procede la carica stessa degli accumulatori.

Nei periodi di maggior consumo si possono accoppiare in serie le dinamo con le batterie di accumulatori (batterie di compenso).

Centrali o stazioni di trasformazione.

Quando l'energia elettrica si produce in centrali a corrente alternata ad altissimo potenziale (50 80mila volts) si ricorre spesso ad una doppia trasformazione e cioè in una stazione di trasformazione la si riduce a tensione variabile dai cinque ai diecimila volts poi in varie sottostazioni di trasformazione disposte lungo la rete, la si riduce alla tensione ordinaria cioè a quella necessaria per il funzionamento dei motori o delle lampade.

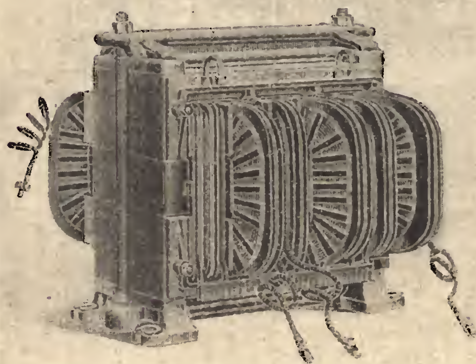


Fig. 5. — Trasportatore trifase con raffreddamento ad aria.

Quando la corrente di utilizzazione è alternata la riduzione del potenziale si esegue mediante trasformatori statici monofasi o trifasi che a seconda della potenza possono essere di dimensioni variabilissime (figg. 5, 6, 7). Se la corrente di utilizzazione deve essere continua mentre è alternata quella proveniente dalla centrale generatrice, la trasformazione si esegue mediante trasformatori rotanti o convertitori. Questi possono essere costituiti da gruppi *motore-dinamo* (fig. 8) o da *commutatrici* (fig. 9).

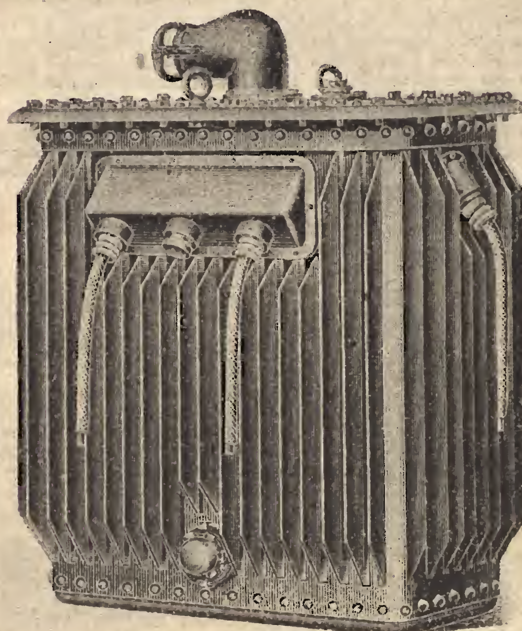


Fig. 6. — Trasformatore monofase con raffreddamento ad olio.



Fig. — 7. Trasformatore trifase ad olio 10 000 Kw. — 100 000 Volts — estratto dalla sua cassa.

Il gruppo *motore-dinamo* si compone di un motore sincrono od asincrono col rotore calettato direttamente sull'albero della dinamo. La *convertitrice* o *commutatrice* consiste invece in una sola macchina che funziona contemporaneamente da motrice e da generatrice.

QUADRO DI MANOVRA O DI DISTRIBUZIONE.

Il quadro di manovra o di distribuzione comprende gli apparecchi di manovra, di misura e di sicurezza.

Questi apparecchi nelle centrali d'importanza limitata sono disposti su un quadro generalmente di marmo situato verticalmente. Nelle centrali di grande importanza invece, solo una parte di questi apparecchi è disposta su un vero e proprio quadro.

Gli apparecchi principali che fanno parte del quadro di distribuzione sono:

Gli interruttori e i commutatori;
Le valvole di sicurezza e gl'interruttori automatici;
Gli scaricatori o parafulmini;
Gli strumenti di misura (voltmetri, amperometri e wattmetri).

Oltre questi principalissimi apparecchi si hanno: i reostati, gl'inseritori degli accumulatori, gl'indicatori del senso della corrente (quando si tratta di corrente continua); i trasformatori di misura (nelle correnti alternate ad alto potenziale); gl'indicatori di fase, per l'accoppiamento degli alternatori; gl'indicatori di frequenza, ecc.

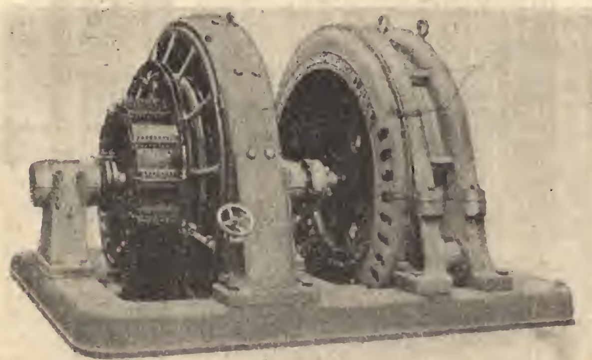


Fig. 8.

INTERRUTTORI.

Gl' interruttori servono per aprire un circuito qualsiasi. Essi possono essere per *tensioni ordinarie* o per *alte tensioni*. Le figg. 10 e 11, mostrano due interruttori ordinarî (unipolare e bipolare). Essi sono a coltello e si manovrano a mano mediante una leva: sono costruiti in modo da fare avvenire l'interruzione molto rapidamente e ciò per ridurre al minimo il periodo durante il quale si verifica la scintilla fra le due parti staccantisi. La fig. 12 rappresenta un commutatore (tripolare) cioè un apparecchio mediante il quale si può far passare la corrente da un circuito ad un altro.

Gl'interruttori per alte tensioni non si applicano direttamente sul quadro bensì dietro od anche in località appartata. Essi si manovrano a distanza mediante lunghe aste isolate. In questi interruttori (fig. 13) l'interruzione avviene nell'olio contenuto in un serbatoio, allo scopo di ridurre quanto più è possibile la formazione di scintille fra le parti che si distaccano. Talvolta gl'interruttori per alta tensione si manovrano meccanicamente a distanza mediante sistemi elettromagnetici.

VALVOLE DI SICUREZZA ED INTERRUTTORI AUTOMATICI.

Le valvole di sicurezza servono per interrompere automaticamente un circuito allorchè la conduttura è percorsa da una intensità di corrente troppo forte, tale da cagionare danni alla conduttura stessa ed agli apparecchi.

Si compongono di un tratto di conduttore facilmente fusibile sostenuto da due armature metalliche, isolate fra loro e che lo trattengono per le due estremità. La valvola è inserita in serie nel circuito da proteggere: allorchè l'intensità della corrente che percorre il tratto di conduttore raggiunge un certo valore, fa fondere questo conduttore che in tal modo interrompe automaticamente il circuito.

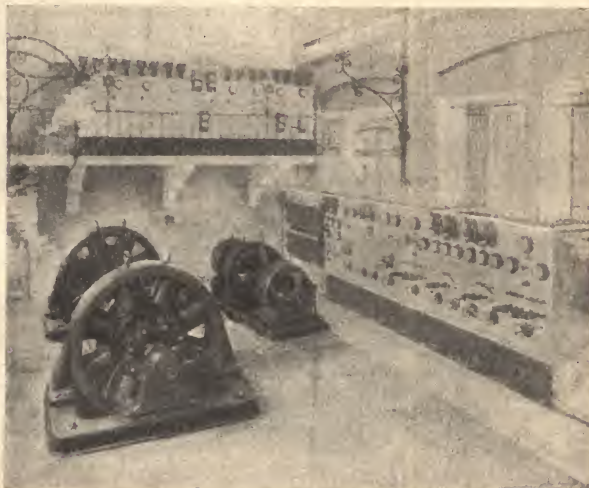


Fig. 9. — Sottostazione di trasformazione di Messina. 2 Trasformatori trifasi da 300 Kw. 5000/300 Volt.

Anche le valvole di sicurezza sono costruite in modo diverso a seconda che si tratti di basse tensioni (alcune centinaia di volts) o di alte (alcune migliaia).

Le valvole per bassa tensione si compongono di fili o piastrine di piombo che vengono montati su una base incombustibile ed isolante sulla quale sono fissati i contatti e le viti di pressione per l'inserzione in circuito. La lunghezza di questo filo è di pochi centimetri, la sezione dipende dall'intensità massima della corrente che deve attraversarlo.

Le valvole per alta tensione si compongono di un tratto di filo formato di una lega a base di argento, disposto in un tubetto di materiale isolante (fig. 14 e 15), protetto da un altro tubo di porcellana, il quale è munito, alle estremità, di due colletti metallici con gli attacchi per il filo e di due piastrine a coltello destinate ad inserire la valvola in circuito.

In alcune valvole per alte tensioni il filo fusibile è disposto in un cilindretto di porcellana pieno di olio.

Gl'interruttori automatici interrompono automaticamente i circuiti nei quali sono inseriti, quando la corrente supera un certo valore massimo (interruttori a massima) o diminuisce oltre un certo valore minimo (interruttori a minima).

Altri interruttori interrompono automaticamente il circuito allorchè cambia la direzione della corrente. Questi di solito si inseriscono nel circuito di carica degli accumulatori ed evitano che, per un improvviso guasto della dinamo, gli accumulatori si scarichino reagendo sulla macchina.

Altri tipi ancora d'interruttori, chiamati *a tempo* hanno lo scopo d'interrompere il circuito solo dopo un certo tempo dall'istante in cui si verifica l'aumento anormale d'intensità della corrente nella conduttura.

Tutti questi interruttori consistono essenzialmente in un elettro-magnete avvolto con filo di sezione tale da produrre una eccitazione variabile entro limiti stabiliti. Negli interruttori a massima, quando la corrente supera un certo valore, questa producendo una eccitazione superiore alla normale, attrae un'àncora che interrompe il circuito stesso. In quelli a minima invece, quando la corrente che li percorre scende al disotto del valore normale l'àncora, che normalmente è attratta, si stacca ed interrompe quindi il circuito. In modo analogo funzionano gl'interruttori d'inversione.

Negli interruttori a tempo l'elettrocalamita agisce su un meccanismo che deve compiere un movimento alquanto prolungato prima di far scattare l'interruttore. Se durante tale movimento la corrente assume di nuovo il regime normale, allora l'interruttore non scatta. L'impiego di questi interruttori si deve al fatto che se la corrente oltrepassa il valore normale solo per un tempo breve, la conduttura e gli apparecchi di solito non subiscono danno sensibile.

SCARICATORI O PARAFULMINI.

Gli scaricatori o parafulmini hanno lo scopo di evitare le sopraelevazioni di tensioni (sovratensioni) lungo la conduttura. Queste sovratensioni sono dovute sia alle scariche atmosferiche sia alle manovre degli apparecchi.

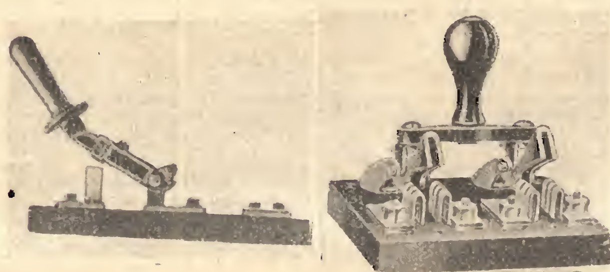


Fig. 10. Fig. 11.

I principali tipi di scaricatori sono: *a corna o di Siemens*; a *rulli*; *Gola*; ed a getti d'acqua.

Gli scaricatori a corna (fig. 16) si compongono di due lunghe asticelle di rame sostenute da isolatori e piegate a corni; una di esse comunica con la linea mentre l'altro va alla terra. Quando sulla linea ha luogo una sovratensione, si forma un arco fra le due parti più vicine delle asticelle, che si spegne rapidamente perchè, data la forma delle asticelle stesse, tende a salire.

Gli scaricatori a rulli si compongono di una serie di piccoli cilindri di rame o di una lega antiarco, fissati uno accanto all'altro parallelamente e molto vicini. Il primo cilindretto della serie comunica con la linea mentre l'ultimo con la terra.

Quelli del tipo *Gola* (fig. 17) sono costituiti da una parte metallica avente forma di ellissoide presso le estremità della quale sono disposti due conduttori isolati piegati a corno.

Gli *scaricatori a getti d'acqua* (fig. 18) sono di ottimo funzionamento perchè consentono una permanente comunicazione della conduttura con la terra. Naturalmente essi danno luogo ad una continua perdita di corrente che però è minima. I getti d'acqua possono essere ascendenti o discendenti. Pel funzionamento di questi scaricatori occorre una conduttura d'acqua che abbia buona comunicazione con la terra.

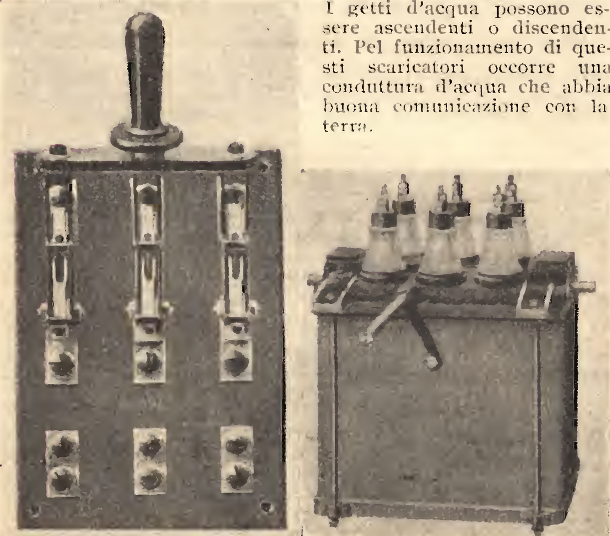


Fig. 12. Fig. 13.



Fig. 14.

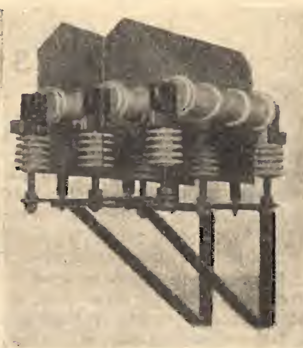


Fig. 15.

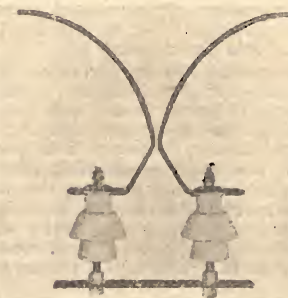


Fig. 16.



Fig. 17.

APPARECCHI DI MISURA.

Fra gli apparecchi di misura i più importanti sono i voltmetri e gli amperometri. Essi servono per determinare il valore della tensione e dell'intensità della corrente. Sono fondati, a seconda del tipo cui appartengono, su fenomeni *elettromagnetici, elettrodinamici, termici* od *elettrostatici*.

Gli *apparecchi elettromagnetici* si compongono di una bobina avvolta con filo sottile per i voltmetri ed assai grosso per gli amperometri, in prossimità della quale è disposta un'armatura di ferro dolce il cui movimento è proporzionale al valore della corrente e viene trasmesso a un'indice che scorre lungo una scala graduata.

Gli *apparecchi elettrodinamici* si compongono di due circuiti di cui uno è fisso mentre l'altro è mobile. Quando questi circuiti vengono percorsi dalla corrente, in seguito ad azioni elettrodinamiche, quello mobile si sposta e il suo spostamento è proporzionale al valore della corrente.

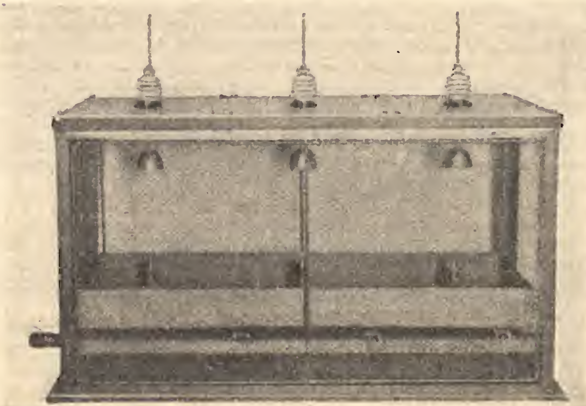


Fig. 18. — Scaricatore trifase a getti d'acqua per acqua corrente sotto pressione con zampillo ascendente. Tipo W. V.

Gli *strumenti termici* si basano sull'allungamento che subisce un filo metallico riscaldato per effetto del calore prodotto dal passaggio della corrente. Questo allungamento viene, per mezzo di un sistema di leve, trasmesso all'indice che scorre sulla scala.

Gli *apparecchi elettrostatici* possono essere solo voltmetri e si basano sull'attrazione o repulsione che subiscono due parti metalliche allorchè vengono caricate di elettricità.

I *wattmetri* sono generalmente elettrodinamici: uno dei circuiti è a filo sottile e quindi funziona da voltmetro, mentre l'altro è a filo grosso e funziona da amperometro.

SULLA RESISTENZA ELETTRICA

È noto che i corpi si lasciano attraversare dalla corrente elettrica in modo assai diverso dipendentemente dalla loro natura. A questo riguardo essi si distinguono in *buoni conduttori, semi-conduttori* e *cattivi conduttori* od *isolanti*.

I metalli sono buoni conduttori: fra questi l'argento e il rame lo sono in maggior misura, seguono poi lo zinco, il ferro, il platino, il piombo, il mercurio.

I principali corpi semi-conduttori cioè che conducono la corrente solo parzialmente, sono il carbone, l'aria rarefatta, le pietre, la terra, il legno, ecc.

I corpi cattivi conduttori od isolanti permettono il passaggio della corrente elettrica in misura minima; praticamente trascurabile. Sono isolanti la lana, la seta, il vetro, gli olî, la gomma, la paraffina, l'ebanite, l'aria secca, ecc.

Tutte le sostanze lasciano dunque passare la corrente elettrica con facilità maggiore o minore; esse offrono quindi un certo impedimento minore o maggiore una certa *resistenza elettrica*. Nello stesso modo che il deflusso dell'acqua nei tubi è ritardato dall'attrito del liquido sulle pareti di questi, la corrente elettrica incontra *resistenza* nel passare attraverso ad un corpo. Però fra la resistenza che incontra l'acqua in un tubo, e la resistenza che incontra la corrente elettrica in un conduttore, sussiste questa differenza: la prima dipende dal perimetro bagnato della sezione, mentre la seconda dipende dall'area della sezione, dalla lunghezza del conduttore e dalla sua natura.

L'unità di resistenza è l'ohm (internazionale) definito dalla resistenza di una colonna di mercurio, avente la temperatura di zero gradi, di sezione costante, alta cm. 106,3 e del peso di gr. 14,4521, corrispondente alla sezione media di un mmq.

Resistenza dei conduttori.

L'esperienza dimostra che la resistenza di un conduttore è proporzionale alla lunghezza del conduttore stesso e inversamente proporzionale all'area della sezione. Indicando con R la resistenza di un conduttore di lunghezza l e di sezione retta s, essa sarà dunque espressa dalla relazione

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

La costante ρ è una costante specifica del corpo onde il conduttore è costituito, dipendente essenzialmente dalla natura chimica del corpo stesso. Questa costante si chiama *resistenza specifica* del determinato corpo.

Ponendo $l=1$ ed $s=1$ si ha $R=\rho$; cioè la resistenza specifica di un corpo è la resistenza che oppone alla corrente una unità di lunghezza di un filo formato dal corpo considerato ed avente sezione uguale all'unità di superficie. Siccome l'unità lineare è il centimetro quadrato, così la resistenza specifica di un corpo è la resistenza che oppone un centimetro di filo formato con quel corpo ed avente la sezione di un centimetro quadrato. In pratica, per il calcolo delle resistenze, si preferisce usare anzichè la resistenza specifica ρ, la resistenza di un metro di condutore della sezione di un mmq. e che indicheremo con K. La formula precedente si scriverà allora

$$R = K \frac{l}{s}$$

essendo $K=10.000\ \rho$. La lunghezza l del conduttore si esprimerà in metri, la sezione s in mmq.; la resistenza R risulta espressa in ohms.

Indichiamo nella seguente tabella i valori di ρ e K dei varî metalli:

Conduttori	Resistenza specifica ρ in micro-ohms	Resistenza K in ohms per metro di 1 mmq.
Argento	1,460	0,0186
Argentana	30	0,33
Bronzo	1,60	0,0204
Ferro	13,9	0,177
Acciaio	15,8	0,201
Mercurio	94,07	1,198
Nichelina	40	0,510
Piombo	19,46	0,207
Rame	1,561	0,017
Platino	9,1	0,0916
Alluminio	2,89	0,029
Zinco	5,580	0,056

La resistenza dei metalli oltre che variare con la loro natura, dipende anche dal loro stato molecolare o dalla loro purezza.

Così i metalli ricotti hanno meno resistenza dei crudi. Le leghe hanno una resistenza assai maggiore di quella dei metalli che le compongono; così una lega di 2 parti di platino ed 1 parte di argento ha una resistenza specifica di 24,14 circa.

La resistenza dei metalli, come quella di ogni altro corpo, varia col variare delle temperatura e più propriamente cresce con l'aumentare della temperatura.

Indicando con ρ_0 la resistenza specifica a zero gradi e ρ_t quella alla temperatura t si ha la seguente relazione:

$$\rho_t = \rho_0 (1 + \alpha\, t + \beta\, t^2)$$

nella quale α e β sono due costanti che hanno un valore proprio per ogni metallo.

Ordinariamente, quando si tratta di metalli solidi, non si tiene conto del termine in t, allora la formula si riduce:

$$\rho_t = \rho_0\ (1 + \alpha\, t)$$

Per questi metalli poi il coefficiente α diversifica così poco da 0,004 che si può con sufficiente approssimazione per la pratica, ritenere per tutti questo valore. Si debbono però eccettuare il platino, per il quale $\alpha=0{,}0025$ e le leghe per le quali α ha un valore assai minore. Così per l'argentana $\alpha=0{,}00044$. Per il mercurio $\alpha=0{,}000\,887$. Per il carbone la resistenza specifica è di circa 3937 microhoms. Il carbone presenta la proprietà che la sua resistenza diminuisce al crescere della temperatura, e fra 0 e 100° il coefficiente di riduzione è di 1/1912 per grado.

Il raffreddamento provocando sull'aggregazione molecolare dei corpi un'azione inversa a quella provocato dal riscaldamento, dà luogo ad una diminuzione della resistenza elettrica, diminuzione che secondo varii scienziati tenderebbe ad annullare la resistenza stessa quando il corpo fosse giunto alla temperatura dello zero assoluto (— 273°).

È chiaro che se il fenomeno fosse dimostrato dall'esperienza, ne risulterebbe che alla temperatura dello zero assoluto i conduttori presenterebbero la stessa conducibilità e non opporrebbero alcun ostacolo al passaggio della corrente elettrica, quindi non darebbero luogo a perdite di energia e questa si potrebbe utilizzarla tutta.

Il fatto che la resistenza elettrica dipende anche dall'aggregato molecolare, ci spiega il singolare fenomeno di variazione della resistenza che presentano i conduttori discontinui cioè quei corpi i quali hanno delle zone conduttive intramezzate da zone isolanti. Facendo attraversare da corrente elettrica della polvere metallica, si osserva che questa presenta una resistenza assai elevata, resistenza che però diminuisce enormemente qualora si generino scariche elettrostatiche nelle vicinanze della polvere stessa. Cessando la produzione delle scariche la resistenza della polvere resta permanentemente diminuita; essa riacquista però il valore primitivo se la polvere viene leggermente smossa o riscaldata. Questo fenomeno da alcuni è attribuito alla formazione di piccole scintille fra le particelle conduttrici che collegherebbero i granelli fra loro costituendo ponticelli conduttori fra i medesimi; da altri è dovuto a movimenti che avverrebbero fra i granelli in modo che per effetto delle scariche elettrostatiche, questi risulterebbero in contatti più intimi, contatti che cesserebbero in seguito ad azioni meccaniche.

Resistenza dei liquidi.

La resistenza dei liquidi (soluzioni) è generalmente maggiore di quella dei metalli; per questo motivo la resistenza specifica viene espressa in ohm anzichè in microohms.

Anche la resistenza dei liquidi segue la formula $R = \rho \frac{l}{s}$ nella quale R risulta espresso in ohm quando la lunghezza l è espressa in cm. e la sezione s in cm.² La resistenza specifica ρ è espressa in ohms-cm. nelle seguenti tabelle:

Liquido	Resistività in ohms-cm.
Acido nitrico	1,39
Soluz. satura di bicarbonato di potassio	70
Soluz. satura di bicarbonato di soda	22
Acqua distillata	72
Soluz. satura di cloruro d'ammonio	7,60
Soluz. satura di cloruro di sodio	5

Resistività delle soluzioni di acido solforico alle varie temperature.

Percentuale di acido	Temperature in gradi				
	0°	8°	16°	24°	28°
15	1,37	1,04	0,84	0,737	0,709
40	1,36	0,94	0,62	0,472	0,39
50	1,69	1,30	1,05	0,896	0,830
60	2,74	2,13	1,72	1,52	1,43

Da questa tabella si osserva che per le soluzioni acide (ed anche per le soluzioni saline) la resistenza diminuisce col cre-

scere della temperatura. Le variazioni di resistenza possono essere calcolate con la formula:

$$\rho_t = \frac{\rho}{1 + \alpha t}$$

nella quale il coefficiente α è:

Per la soluzione di solfato di rame	=0,0286
Per la soluzione di solfato di zinco	=0,0223
Per l'acido nitrico	=0,0263

RESISTENZA DEGLI ISOLANTI.

I corpi isolanti, cioè quelli che permettono il passaggio dell'elettricità in misura minima possono distinguersi in *gassosi*, *liquidi* e *solidi*.

Alla prima categoria appartengono tutti i gas quando sono allo stato perfettamente secco.

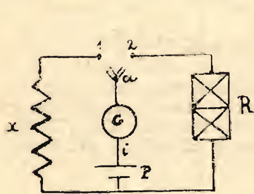


Fig. 1.

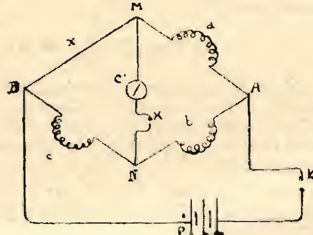


Fig. 2.

Fra gli isolanti liquidi, i più importanti sono il petrolio, la benzina e i vari olii. Alla categoria degli isolanti solidi appartengono la paraffina, la gommalacca, il vetro, la porcellana, il marmo, le maioliche, la carta, la guttaperca, il caucciù, l'ebanite, lo zolfo, ecc. Non tutte queste sostanze hanno uguale potere isolante cioè uguale resistenza elettrica: indichiamo perciò le resistenze specifiche di esse avvertendo che vengono espresse in mega-ohm (milioni di ohm).

Sostanza	Resistenza specifica in mega-ohm
Petrolio	$40\,000 \times 10^6$
Benzina	14 000 000
Olio d'oliva	1 000 000
Olio di lino cotto	23 000 000
Paraffina	$43\,000 \times 10^6$
Ebanite	$28\,000 \times 10^6$
Vetro	$20\,000 \times 10^6$
Guttaperca	450×10^6
Mica	84×10^6
Carta grigia commerc.	$2\,700 \times 10^6$
Marmo	2000÷8800
Ardesia	180÷280

La resistenza degli isolanti diminuisce assai quando si deposita sulla loro superficie dell'umidità; la stessa cosa avviene per effetto dell'aumento di temperatura.

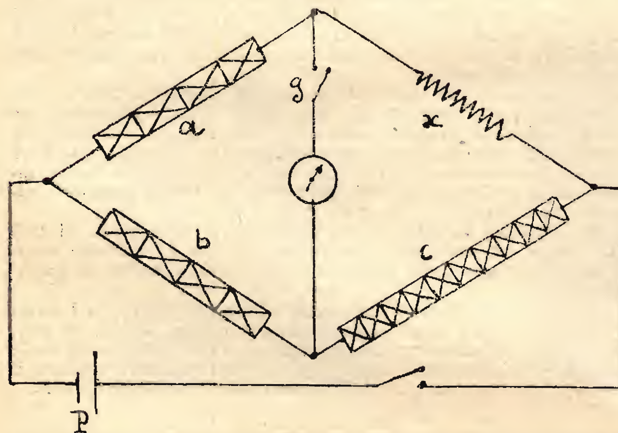


Fig. 3.

Indicando con R_t la resistenza alla temperatura t e con R_o la resistenza alla temperatura $O°$, il valore R_t può essere espresso dalla relazione

$$R_t = R_o \times \alpha^t$$

nella quale α è un coefficiente fisso per ogni sostanza e che vale circa 0,875 per la guttaperca e 0,050 per il caucciù.

INSERZIONE DI RESISTENZE NEI CIRCUITI.

Dovendo inserire un certo numero di resistenze in un circuito, queste si possono disporre in *serie* o in *derivazione*.

Inserendole in serie la resistenza totale risulta uguale alla somma delle resistenze costituenti la serie. Se s'inseriscono invece in derivazione le resistenze r_1, r_2, r_3..., la resistenza R del complesso è data dalla relazione:

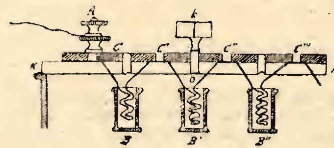
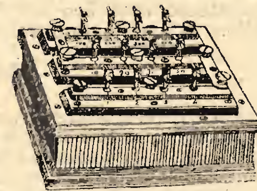


Fig. 4.


Fig. 5.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \ldots}$$

Se le resistenze derivate sono solo due si ha dalla precedente:

$$R = \frac{r_1 \, r_2}{r_1 + r_2}$$

MISURA DELLE RESISTENZE.

Per la misura delle resistenze esistono numerosi metodi, tuttavia i due più comuni perchè semplici e pratici sono quello di *sostituzione* e quello mediante il *ponte di Wheatstone*. Per applicare il primo metodo occorre una resistenza nota e graduabile R (fig. 1) una pila P a tensione costante ed un galvanometro G. Gli apparecchi e la resistenza x incognita si collegano come alla figura: mediante un commutatore s'inserisce in serie nel circuito pila-galvanometro la resistenza x, cioè si pone in comunicazione a con 1 e si osserva la deviazione dell'ago del galvanometro, s'interrompe dopo questa comunicazione e si stabilisce il contatto 2-a quindi si regola la resistenza R fino ad ottenere che l'ago galvanometrico devii in ugual misura.

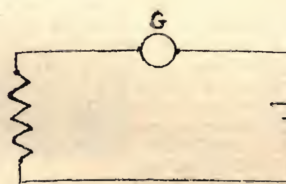


Fig. 6.

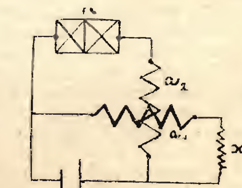


Fig. 7.

La resistenza incognita x avrà allora lo stesso valore dalla R. Infatti indicando con e la *f. e. m.* della pila e con i la corrente che percorre il circuito si avrà nel primo caso $e = xi$; nel secondo caso $e = Ri$ quindi $xi = Ri$ cioè $x = R$.

Il secondo metodo (ponte di Wheatstone) è fondato sul seguente principio: Si abbiano due derivazioni AMB, ANB (fig. 2) fra due punti A e B di un circuito elettrico. Si congiungono fra loro due punti M ed N di queste derivazioni i quali abbiano il medesimo potenziale; allora nessuna corrente passerà per il filo MN. Sia Pa il potenziale di A, Pb quello di B, Pm quello del punto M e Pn quello del punto N; sia $Pm = Pn$ e siano a, c, b, d, le resistenze delle parti di circuito AM, MB, AN, NB. Per la legge di ohm la differenza di potenziale fra due punti qualunque di un medesimo circuito elettrico è proporzionale alla resistenza della parte di circuito compresa fra loro; dunque nel circuito AMB si avrà $Pa - Pm = a$; $Pm - Pb = c$ da cui

$$\frac{Pa - Pm}{a} = \frac{Pm - Pb}{c}$$

Parimenti nel circuito ANB si avrà

$$\frac{Pa - Pn}{b} = \frac{Pn - Pb}{d}$$

Dividendo membro a membro queste due uguaglianze ed osservando che $Pm = Pn$ si ottiene

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

con la quale relazione si può determinare una qualunque delle quattro resistenze a, b, c, d quando sieno note le altre tre. La figura schematica con cui si rappresenta il ponte di Wheatstone è ordinariamente un parallelogrammo. Si dispone un galvanometro G' sulla diagonale MN ed una alla P di f. e. m. invariabile sulla diagonale AB. In a, b, c, si pongono tre resistenze note, x è la resisten-

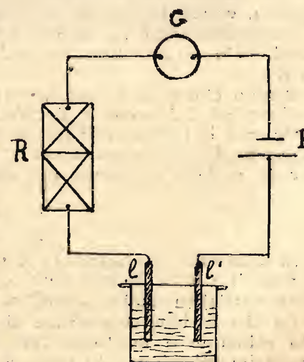


Fig. 8.

za da misurare, H e K sono due interruttori. Si regolano le resistenze note fino a ridurre a zero l'ago galvanometrico, allora si avrà la proporzione:

$$\frac{a}{b} = \frac{x}{c} \quad \text{dalla quale} \quad x = \frac{a}{b}\, c$$

Più completamente il ponte di Wheatstone è rappresentato dalla fig. 3; a, b, c sono le resistenze regolabili (cassette di resistenza), x la resistenza da misurare. Generalmente per semplificare le operazioni si fissano le resistenze dei due lati a e b e si regola c fino ad ottenere che l'ago del galvometro resti allo zero della scala. Si opera allora nel modo già spiegato.

I lati a e b del ponte si sogliono chiamare lati di proporzione mentre il lato c, lato di paragone. Il rapporto $\frac{a}{b}$ si fissa in base all'ordine di grandezza della resistenza incognita; così per resistenze molto grandi si fa $\frac{a}{b} = 10.000$ o 1000 ohms, per quelle molto piccole invece si fa uguale a 1/10, 1/100, 1/1000 di ohm.

Queste varie combinazioni si ottengono inserendo sui lati a e b resistenze di 10, 100, 1000 ohm; sul lato c si dispone invece una resistenza variabile con intervalli piccolissimi da un minimo ad un massimo.

Le resistenze usate per il ponte di Wheatstone sono costituite di solito da filo di leghe metalliche dotate di grande resistenza e minima variazione della medesima per effetto della temperatura. L'argentana, la constatana e la nichelina sono le leghe più usate.

Le resistenze assai elevate sono costituite da rocchettini sui quali è avvolto il filo che ha piccolissima sezione (circa 1/10 di mm.). I fili sono ricoperti da materia isolante, e sono avvolti in doppio sui rocchetti onde evitare i fenomeni induttivi.

Le cassette di resistenza (fig. 4) sono costituite da una serie di spirali B, B', B'' di filo di resistenza nota avvolto in doppio e le cui estremità terminano in blocchetti di ottone C, C', C'' fissati su una traversa di ebanite K, K e perciò isolati fra di loro. Ogni blocchetto è unito elettricamente col successivo per mezzo di spine E introdotte fra blocchetto e blocchetto in fori O; nel centro di ogni blocchetto vi è poi un foro in cui si introduce la spina per non perderla ogni qualvolta la si toglie dai fori O per isolare un blocchetto dal successivo.

Togliendo una spina qualsiasi, si viene ad inserire nel circuito una resistenza nota il cui valore è scritto sul coperchio della cassetta (fig. 5). Generalmente ogni cassetta ha tre o quattro serie di rocchetti le cui resistenze sono calcolate in modo da poter variare la resistenza complessiva da un minimo ad un massimo in modo più graduale possibile.

Per il ponte di Wheatstone si può far uso di una sola cassetta grarduabile che si inserirà nel lato di paragone; nei lati di proporzione si potranno inserire semplici rocchetti della resistenza di 1, 10, 100, 1000 ohms.

Ohmmetri.

Gli ohmmetri sono apparecchi che, inseriti in circuito insieme alla resistenza x incognita, dànno direttamente il valore in ohms di questa resistenza.

Un galvanometro qualunque può funzionare da ohmmetro se graduato in ohm; infatti si stabilisca il circuito della fig. 6: se la f. e. m. e della pila è costante e sono costanti pure la sua resistenza interna e la resistenza g del galvanometro G, ad ogni valore della resistenza R corrisponderà un dato valore della corrente i:

$$i = \frac{e}{R + p + g}$$

e quindi una data deviazione dell'ago del galvanometro. Si vede dunque che un circuito in tal modo costituito, è in grado d'indicare il valore di una resistenza incognita R.

Questi tipi di ohmmetri sono molto usati specialmente per eseguire misure di isolamento, però essi presentano molte cause di errore dovute essenzialmente al fatto che nè la f. e. m. della pila nè la sua resistenza interna possono, in pratica, essere perfettamente costanti.

Ohmmetri assai più esatti sono quelli nei quali le deviazioni dello strumento sono indispendenti dalle costanti della pila.

È noto che se si hanno due resistenze r_1 r_2 inserite in derivazione ed i_1 i_2 sono le correnti che rispettivamente in esse circolano, il rapporto di queste due correnti dipende solo dal rapporto delle due resistenze r_1 r_2 e non dalla corrente, dalla f. e. m. e dalla resistenza del circuito principale si ha quindi

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

Si vede che determinando il rapporto delle due correnti, se è noto il valore di una delle due resistenze si può determinare senz'altro quello dell'altra.

La disposizione schematica di un ohmmetro fondato su questo principio è mostrata dalla fig. 7. Essa comprende due avvolgimenti ad angolo retto, a_1 ed a_2 di resistenze g_1 e g_2 e percorsi da due correnti i_1 ed i_2. Questi avvolgimenti dànno luogo a due campi magnetici ortogonali proporzionali alle intensità, che si compongono in modo che l'angolo φ che la direzione del campo risultante fa con uno dei componenti è

$$\operatorname{tg} \varphi = K \frac{i_2}{i_1}$$

Il valore K è costante, uguale all'unità se i due avvolgimenti sono identici. Si vede dunque che la direzione del campo risultante dipende solamente dal rapporto delle due correnti quindi un ago magnetico disposto fra i due avvolgimenti permette di determinare tg φ.

Se si collegano questi due avvolgimenti con una pila di f. e. m. E e s'inserisce in uno la resistenza incognita x e nell'altro una resistenza di valore noto R si ha:

$$i_1 = \frac{E}{g_1 + x} \qquad i_2 = \frac{E}{g_2 + R}$$

ossia essendo

$$\operatorname{tg} \varphi = K \frac{i_2}{i_1} \quad \text{si ha} \quad \operatorname{tg} \varphi = K \frac{g_1 + x}{g_2 + R}$$

Si vede dunque che l'indicazione dello strumento non dipende dal valore di E. Facendo piccolissima la resistenza g_1 dell'avvolgimento a_1 si può in pratica ritenere che l'indicazione dello strumento sia proporzionale al valore della resistenza x.

Misura della resistenza degli elettroliti.

Per misurare la resistenza degli elettroliti occorre valersi di metodi speciali atti ad impedire od annullare i fenomeni di polarizzazione. È noto infatti che gli elettroliti quando sono percorsi da corrente continua si decompongono dando luogo a produzione di una f. c. e. m. che fa loro aumentare apparentemente la resistenza.

Un metodo assai semplice, per quanto poco esatto per procedere a tali misure, consiste nel formare un circuito costituito da due ampie lamine conduttrici l, l' (fig. 8) immerse in una vaschetta contenente l'elettrolito di cui si vuol trovare la resistenza, una pila P, una cassetta di resistenza R ed un galvanometro G. Si dà un certo valore ad R e si nota la deviazione dell'ago del galvanometro, quindi si avvicinano alquanto le lamine e si varia la resistenza R finchè l'ago non subisca la stessa deviazione di prima.

Se l_1 ed l_2 sono le distanze degli elettrodi durante la prima e la seconda lettura, r_1 ed r_2 i valore della R durante le medesime, E la f. e. m. della pila ed e la f. c. e. m. di polarizzazione, indicando con x_1 ed x_2 le resistente dell'elettrolito nel primo e nel secondo caso si ha:

$$\frac{E - e}{i} = r_1 + x_1 = r_2 + x_2$$

cioè:

$$x_1 - x_2 = r_2 - r_1$$

ove $x_1 - x_2$ è la resistenza x del liquido corrispondente alla distanza $l_1 - l_2$ degli elettrodi.

Questo metodo, come abbiamo detto, è poco esatto; l'inesattezza dipende principalmente dal fatto che durante l'elettrolisi si generano dei gas i quali si depositano sugli elettrodi diminuendone la superficie di contatto col liquido e quindi variandone la resistenza.

Metodo assai più esatto è quello consistente nell'evitare la produzione dell'elettrolisi. Lo scopo si raggiunge perfettamente usando corrente alternata invece di corrente continua. Si sa che le correnti alternate invertono rapidamente la propria direzione di modo che essendo nulla la quantità di elettricità che attraversa una sezione qualsiasi del circuito, non dà luogo ad alcuna produzione di elettrolisi.

Per eseguire la misura applicando questo principio, si può far uso di un ponte di Wheatstone percorso da corrente alternata e nel quale si sostituisca un elettrodinamometro al galvanometro.

Invece di un elettrodinamometro si può inserire, fra i punti del circuito fra i quali si deve ridurre a zero la diff. di pot., un comune telefono magnetico. Questo, sotto l'influenza delle correnti rapidamente variabili, genera un rumore continuo il quale cessa appena sia stabilita la condizione di equilibrio.

LA SCIENZA PER TUTTI

RIVISTA QUINDICINALE DELLE SCIENZE E DELLE LORO APPLICAZIONI ALLA VITA MODERNA
REDATTA E ILLUSTRATA PER ESSERE COMPRESA DA TUTTI

PREZZI D'ABBONAMENTO

Regno e Colonie: ANNO L. 35. SEMESTRE L. 18. TRIMESTRE L. 9. — Estero: ANNO Fr. 37,50. SEMESTRE Fr. 19. TRIMESTRE Fr. 10.

Un numero separato: nel Regno e Colonie L. 1,50 — Estero Fr. 1,60

Anno XXVIII. - N. 24. **15 Dicembre 1921.**

COME SI FA "LA SCIENZA PER TUTTI"

All'amico lettore.

Ha mai pensato lei, signor lettore, che scorre distrattamente le pagine della nostra rivista, e della rivista non vede che un fascicoletto stampato, non dissimile dalle molte altre centinaia di fascicoletti stampati, che settimanalmente o quindicinalmente rinnovano i loro frontispizi nelle librerie e nelle edicole — ha mai pensato lei, oggi che le arti dell'imprimere sono (purtroppo!) tanto largamente diffuse, da sfuggire come troppo trita cosa alla curiosità dei più, a qual somma di lavoro personale e collettivo, a quali opere d'ingegno e di tecnica questo fascicoletto debba la sua rinnovata e periodica esistenza?



Dott. Argeo Angiolani.



Dott. Edgardo Baldi.



Ing. Raffaele Leonardi

Oh, certamente, lei vi ha pensato; e la struttura stessa del giornale, che lo fa unico in Italia nella sua missione di cultura, e la sua forma tipografica hanno ben destata la sua curiosità. Ne fanno fede le richieste che, da parecchio tempo, da parecchi nostri fedeli ci son giunte, d'essere un poco iniziati ai misteri di quest'officina un po' alchimistica, un po' misteriosa, com'è sempre la culla di un giornale, da cui bisettimanalmente esce il fascicoletto che da ventott'anni, con una pertinacia senza esempio nella letteratura affine, adempie al suo compito di portare luce a tutti i volonterosi che non s'appagano, in questo misero mondo, di soddisfazioni materiali, ma ricercano, ognuno secondo le sue forze, la vita dell'intelletto ed i godimenti dello spirito.

Non si è fedeli d'un giornale, senz'esserne un po' gli amici. Non s'è amici, senz'essere un po' curiosi.

Vi ringraziamo della vostra fedeltà, amici! e vi invitiamo oggi, quasi per sentirvi più vicini e più collaboratori con noi, a venirci a far visita ed a vedere con i vostri occhi, come nasca, cresca, si faccia perfetto il fascicoletto, che ogni quindici giorni, vi viene a trovare, ricco di modernità, di sapere, di pensiero, nella sua forma modesta.

Ma — mi raccomando! — discrezione, poi... E cominciamo, *ab ovo*, cioè dalla Redazione.



Ing. Rafaele Contu.



Ing. Oscar Bertoja.



Dott. Carlo Lelli.

La Redazione.

E qui il cronista, ch'è pure un amico della Redazione e del Direttore, si trova già di fronte ad una prima difficoltà, che a lui crea la invincibile modestia di chi attualmente dirige la rivista, il quale ha posto un energico veto a che del suo nome e dell'opera sua si faccia cenno in questa rassegna. Vi sono doveri d'amicizia che non s'infrangono — anche se a malincuore — ed a cui è d'uopo inchinarsi. Ma se il nome rimarrà tra la allettante oscurità dell'invocazione di Lohengrin, non v'è lettore il quale, attraverso le ultime annate della rivista non abbia potuto notare quanta sapienza giornalistica

e quanta prudenza scientifica e quanto lavoro personale egli abbia profusi nella quotidiana sua opera.

Non possiamo qui non ricordare i due precedenti direttori della Rivista sui quali sembra aver pesato un comune destino. Povero e buon Valsecchi, fine e tormentato ingegno di poeta, miseramente e schernevolmente soffocato dalle torbide acque del nostro Naviglio! E Giannetto Bisi, la cui figura ha ancora un'eco di tanto rimpianto fra i molti amici, fervida giovinezza, troncata nei cieli di Verona da una delle più luttuose catastrofi della nostra aviazione!



Ing. A. P. Madonia.



Dott.a Amalia Coppa.



Ing. Aldo Piselli.

Nè breve è ancora la serie dei nostri morti: chi non ricorderà il dotto garbo e la piacevole volgarizzazione del Lo Forte, che per tanti anni ci fu fedele? E la collaborazione del Prof. Riccò? E le belle pagine del Fabre? Ma troppo lungo sarebbe il ricordarli tutti! Ed anche la schiera dei collaboratori viventi, degli illustri e dei modesti è tanto vasta, che, da buoni amici, non ci vorranno male, se non potremo ricordarli tutti, a rischio di dover rifare qui gli indici delle ultime annate della rivista.

Eccola, la saletta della Redazione: quadrata, ampia, modesta: un enorme tavolone nel centro su cui s'accumulano i giornali e le riviste italiane e straniere, da cui vengono desunte le più recenti informazioni sul movimento scientifico, che ammodernano la rivista, due librerie, due cartelliere, un grande scaffale ad archivio e le scrivanie del Direttore e del suo sostituto. Un'austerità francescana. Eppure, quale singolarissimo osservatorio sul mondo, questa camera! E quante figure, di illustri, di giovani, di modesti studiosi e di grandi «arrivati» della scienza e delle industrie vi sono passati e vi hanno portato un frammento della loro sapienza, della loro personalità, spesso della loro boria o della loro pazzia... Poi che vi è tutta una categoria ben ricca di interessantissimi individui — e che ben fornirebbe materiali di studio ad uno psichiatra — che si potrebbe chiamare dei mattoidi scientifici, la quale sovente invia qualche suo rappresentante a cimentare la pazienza della Redazione. Ve n'è di ogni sfumatura, ma primeggiano gli adoratori della quadratura del circolo. Lei, amico lettore, non può credere quanta gente abbia risolto il problema della quadratura del circolo, che noi con pervicace oscurantismo ci ostiniamo a ritenere irresolubile! Poi vengono, poco meno numerosi, i cosmogonici: i fabbricatori di universi e di armonie cosmiche, con una varietà nuovissima, fiore dei tempi: i rivoluzionari alla moda di Einstein. Poichè tutta questa gente, di troppo fervido cerebro, ama vestirsi di un'etichetta politica, in scienza, e si chiama, quasi con una comune intesa, *rivoluzionaria*.

E ce n'è per ogni gusto! Ma se essi sono gl'incubi della Redazione, questa può, in compenso, confortarsi nella piacevole compagnia delle sue amiche. Poichè abbiamo anche delle fedeli compagne collaboratrici, la cui modestia ci lega le parole, qui, ad illustrarne i meriti. Ma noi romperemo — per debito di gratitudine — la severa consegna e non vorremo dimenticare la Dott. A. Canevari-Crespi, cui è affidato, nel Consiglio di Redazione, il ramo matematico, trattato con tale competenza e chiarezza, da confondere chi s'ostina ad affermare, con un cattivo gusto d'altri tempi, che le matematiche non son fatte per il sesso gentile.

Ed accanto alle matematiche, le scienze naturali, rappresentate dalla Dott. Amalia Coppa dell'Università di Pavia, ricercatrice sopratutto esperta nella conoscenza dei protozoi — di quei minuscoli animaletti unicellulari che hanno costituito oggetto delle nostre prime meraviglie, davanti ai primi esercizi di microscopia. E ricorderemo ancora, di fretta, per non mancare ai solenni nostri giuramenti, le dottoresse Lillia Boraschi e M. Bertolotti, per le scienze naturali, che vanno diventando — ohimè, per tristi motivi! — un appannaggio della cultura femminile; e B. Ceva, per la filosofia.

La serie dei collaboratori maschili, se non è meno eletta, è molto più ampia e non ne potremo ricordare che pochi; vi è tutta una collana di illustri nomi, che non han certo bisogno di presentazione ed ai quali rinnoviamo qui le espressioni della nostra gratitudine, per aver voluto portare il contributo del loro pensiero dalla cattedra universitaria alle colonne della nostra rivista: Giuseppe Sergi, Achille Monti, Ernesto Bertarelli, Giovanni Franceschini, Umberto Pierantoni, Luciano Figorini, T. De Stefani, Augusto Béguinot, Vinassa de Regny, Galati Mosella ed altri ancora. Un cenno particolare al Dott. Edgardo Baldi, dell'Università di Pavia, ch'è fra i più fedeli ed antichi collaboratori, benchè sia ancora un giovanissimo. Egli è un po', nella nostra rivista, il paladino della scienza pura e le sue occupazioni universitarie non gl'impediscono di interessarsi attivamente delle nostre cose, e segnatamente della collaborazione biologica, di dirigere la Sezione Scientifica Sonzogno e di dare ingegno ed attività



Principe Troubetzkoy.



Dott.a Anna Canevari-Crespi.



Cap. Emilio Di Nardo.

a svariatissimi campi di azione pratica e di ricerca scientifica e speculativa. Nè meravigli il lettore il suo austero aspetto della fotografia che gli abbiamo carpita: egli sa anche essere l'allegro amico di noi tutti, fra cui sa portare una ventata di profumata giovinezza.

E gli altri, *fedelissimi?* Il Dott. Argeo Angiolani, già assistente del Prof. F. Guareschi all'Università di Torino, biologo della chimica (se la sua amicizia ci permette questa espressione!), che si è volto alla chimica industriale per ovviare alle angustie del laboratorio d'Università, ma in cui l'Università — come in ogni vero ricercatore — ha lasciato viva nostalgia. E poi, i tecnici, l'Ing. Leonardi, che ad una perizia tecnica di primissimo ordine unisce una cultura ed una preparazione teorica ben lontane da quel ch'è norma tra gli ingegneri, Emilio Di Nardo, il giovane e colto capitano di artiglieria, gli Ingegneri Bertoja, Chierchia, Maderni, Madonia, Marino, Piselli, che a volta a volta parlano ai nostri lettori del funzionamento di questo ciclopico meccanismo, ch'è la proteiforme nostra vita industriale... Il giovine Rafaele Contu, venuto di recente nella schiera valorosa dei collaboratori della Rivista, volgarizzatore e paladino della nuova Teoria sulla Relatività di Einstein. Saturno Carlomusto, solerte informatore dei fenomeni celesti e delle meraviglie dell'universo. L'illustre Principe Troubetzkoy, vigile indagatore del cielo, dalla sua specola Marciana. E quanti dimentichiamo? Non dimenticheremo te, carissimo Morreale, cospicuo esempio di quanto possa la tenace volontà di un uomo, che sai essere ad un tempo giornalista provetto e serio cultore di questioni naturalistiche ed ancora esiti fra la tua redazione ed il laboratorio universitario, ove tanti ti attendono fiduciosi! Nè te, egregio Reale, cui le fatiche del giure non hanno fatto obliare il profondo amore per le questioni generali ed i problemi filosofici e che esplori un dossier di documenti con la stessa amorosa accuratezza con cui dissechi in finissime fila il tuo cristallino pensiero.


La sala di redazione.

Ma quanti, quanti ne risveglia ora il ricordo, amici affezionati! E come ricordarli tutti? La quotidiana consuetudine con ciascuno di essi ci fa, di momento in momento, dimentichi del loro assieme, che, abbracciato così, in una veduta generale, è veramente imponente, in cui uomini di pensiero, da ogni campo del sapere qui convengono, per collaborare con Lei, amico lettore, all'elevamento della cultura delle nostre classe medie, che per Lei distillano il loro pensiero nella più chiara e comprensiva forma, non d'altro paghi, il più spesso, che della soddisfazione d'aver adempiuto ad un nobile compito.

E tutti gli amici senza nome? La collaborazione anonima, di tutto il pubblico, che ogni mattina accumula pile di corrispondenze sulle scrivanie di redazione e tra cui è doloroso e frequente compito, il dover forbiciare e cestinare, spesso con rincrescimento, per non oberare il giornale già troppo esiguo di pagine per il suo attuale indirizzo, per i desideri della sua Direzione e del suo pubblico?

La preparazione del testo.

Giungono a fasci, i manoscritti e, dopo un primo sommario esame, che decide della loro pubblicabilità o meno, ad opera della Redazione, vengono trasmessi ai membri competenti del Consiglio di redazione, per un'accurata disamina. Questo, beninteso, per i lavori inviati senz'esser stati richiesti, e per le collaborazioni che non portino tali firme, da garantire, senz'altro, della loro serietà. Quest'opera di selezione e di eventuale correzione si compie, adunque, in buona parte, fuori della redazione. Ma il fare una rivista sarebbe cosa ben semplice, se qui si esaurissero i compiti redazionali! V'è quella rubrica delle « Domande e risposte » che è dai nostri lettori giudicata tanto utile, la quale costituisce l'assillo spettrale dei redattori: schedare le domande, schedare le risposte, sceglierle, talora modificarle dietro giudizi di competenti, fonderle o riassumerle, curare una matematica precisione nella corrispondenza delle cifre di contrassegno, curare le date di pubblicazione... Ogni numero della rubrica costa in media


Salone dei combinatori (ove la rivista viene impaginata).



Salone ufficio spedizioni.

un quarto d'ora di lavoro: pensi Lei, amico lettore, che talora la serie delle domande e risposte è giunta ad accupare dieci, dodici pagine del supplemento! E questo è pure un tempo minimo, per le risposte brevi e senza illustrazioni, per la minoranza, cioè, chè, in caso contrario, il lavoro si raddoppia. Il disegno, separato dal testo e munito di un contrassegno di rèpero deve essere inviato alla zincografia per la preparazione del *cliché*, che viene conservato, ed al momento opportuno ritrovato ed inserito al suo posto nella composizione. Le altre rubriche fisse esigono un simile lavoro.

Ritornano frattanto, dal Consiglio di redazione, i buoni ed i reprobi, cioè i manoscritti da pubblicare e quelli da rinviare agli autori, per un eventuale rifacimento, con i consigli *ad hoc*, o con cortesi espressioni (ahi, cortesia, quanto tu spesso se' dura!) di definitiva sconfitta...

Ed almeno fosse generale il buon costume, da parte degli autori, di condurre le trattative per corrispondenza! Ve ne sono cui sembra atto di doveroso omaggio, o canone di opportunità... diplomatica, il venir di persona con i loro preziosi scartafacci ad offrirli alla paziente cortesia del Direttore e cui accade sovente di incendersi d'entusiasmo all'esposizione delle proprie idee e di perorare con una convinta foga, con un calore, con una ricchezza d'argomenti tale, la lor causa, da far credere ch'essi stiano arringando un grande pubblico, e da lasciare l'interlocutore estenuato, avvilito, affranto, annegato in un fiume di parole...

Ma torniamo ai manoscritti bene accetti. Oh, beato chi possiede una dattilografa ed una macchina da scrivere! Sono i più cari amici, non della redazione, ma dei proti e degli operai delle linotypes. Oh, se tutti sapessero quant'è più facile la via della fama, attraverso la nitidezza di una buona macchina da scrivere!

File traballanti di piccole zampettature, come d'un moscone ebbro d'inchiostro: allineate fila di caratteri cubitali, alla moderna, in cui ogni lettera s'assomiglia, malcerte grafie di menti dubitose e lunghi plotoni di righe uguali ed asseragliate come in un perfetto ordine di combattimento... O che forse anche la grafia non è un argomento di ricerche per la psicologia sperimentale? E noi avremmo documenti per sei generazioni di studiosi! I quali dovrebbero far tesoro delle osservazioni degli operai di tipografia, le quali sono spesso un monumento di acume e di umorismo. E chi sa se tanti errori a doppio senso che ci fanno sobbalzare alla lettura delle bozze, stranamente sfuggiti agli occhiali dei correttori, siano veramente innocenti?...

E qui entra in campo la direzionale e tradizionale matita bleu: due freghi sulla testata del manoscritto, con l'indicazione del corpo, e le sudate cartelle passano dal tavolo del direttore alle mani del fattorino, che le recapita al direttore della tipografia. E un primo passo è fatto! Il direttore tira un sospirone di sollievo, si asciuga un metaforico sudore e si prende cinque minuti di riposo. E perchè noi non lo imiteremmo, amico lettore, prima di passare agli strepiti della tipografia?

La composizione.

O buon Gutemberg, o chiunque altro tu fossi, che inventasti l'arte di tramutare in piombo i pensamenti dei tuoi contemporanei, di quali amare constatazioni sarebbe condito il tuo sbigottimento? La composizione a mano; il paziente ed abilmente rapido allineamento di caratteri staccati entro le morse del compositoio non è più, ormai, che l'arme delle piccole tipografie di provincia o la costosa eleganza di qualche edizione di lusso. In una grande tipografia moderna, come è quella della nostra Casa Editrice, essa non è che un piccolo sussidio alla composizione meccanica: a mano si compongono i titoli e le testate, in caratteri grandi e fantasia o le leggende delle illustrazioni o le note in calce: per tutto il resto, per la composizione del testo, servono quelle stupefacenti macchine, che sono le linotypes. Si allineano in lunga serie, sotto i vigili occhi del direttore di tipografia, animate da una continua vita, che non ha tregua giorno nè notte: mangiano piombo fuso,



Uno dei saloni delle macchine da stampa.

gas, acqua ed energia elettrica e vomitano in uguali listerelle lucide e scottanti, le parole che il compositore batte sulla tastiera. Giunto infatti il manoscritto in tipografia, il proto lo smembra, se è voluminoso e ne distribuisce le parti alle macchine disponibili. Io non m'intendo, purtroppo!, di tecnologia delle macchine compositrici. Si accontenti, amico lettore, di ammirare, come faccio io, ogni qualvolta non capisco. Da uno, due, tre o più serbatoi, o magazzini, posti sopra la tastiera, al tocco del compositore, scivolano tante lastrine di metallo, corrispondenti alle lettere toccate, che servono come gli stampi di una qualsiasi fondita. Scendono e s' allineano in una apposita guida, riproducendo, in incavo ed in diritto, le parole di una riga. La lunghezza della riga può essere variata e corrispondente alla larghezza della colonna di stampa. Terminata la riga, mediante un ingegnoso congegno, essa vien portata sotto il fornello ove viene mantenuta in fusione la lega di piombo, che cola nella matrice così preparata, formando una lastrina rettangolare, che su uno dei suoi lati porta in rilievo ed a rovescio, i caratteri della riga composta. Essa viene raffreddata mediante una vena d'acqua ed automaticamente va a collocarsi in un telaietto ove sono già allineate le righe precedentemente composte, nel loro ordine di successione, costituendo così naturalmente la colonna di stampa. Le matrici che hanno servito alla composizione sono automaticamente afferrate da un braccio che le riporta all'apertura superiore dei magazzini, ove esse sono ridistribuite ai singoli scomparti, mediante un ingegnosissimo sistema: appese ad un filetto e messe in moto mediante una vite senza fine, esse scorrono lungo il margine del magazzino; una serie di dentellature a chiave di cui ogni matrice è fornita e che diversifica nelle diverse lettere permette la caduta di ciascuna nell'apposito scomparto, munito di una apertura *ad hoc*, il corpo della composizione può essere variato mediante la sostituzione di magazzino.



Salone delle « Linotypes ».

E queste mangiatrici di piombo non desistono un istante dal coniare le loro lastrine lucenti, con un ticchettio specialissimo, caratteristico che è un poco — vorrei dire — come... l'odore della polvere... tipografica. Terminata la composizione, le righe vengono riunite, serrate in colonna in appositi telai e con esse si tira, su quella carta ordinaria e rugosa, che è la gioia degli autori novellini, la prima bozza. La quale passa nelle mani del correttore ed indi viene, in duplice copia, rinviata alla Redazione.

Ma prima di ridiscendere i quattro gradini (guardate un po' che ironia: la tipografia è più in alto della redazione! Ma è lo spirito dei tempi...) che ci riporteranno in redazione, non dimentichiamoci di un aspetto fondamentale del giornale — l'unico aspetto, per taluni superficiali — l'illustrazione, cioè. Ed anzitutto, la copertina. Ah, che incubo, quella copertina! Una volta trovata, essa è spedita allo zincografo per la riproduzione. E con essa — o prima di essa — sono pervenuti alla zincografia gli originali della pleiade di disegni che compariranno poi nella rivista, con le opportune indicazioni della grandezza a cui dovranno essere ridotti. Consiglio ai collaboratori: fare i disegni sempre molto grandi! La riduzione zincotipica farà loro guadagnare in nitidezza ed in eleganza.



Legatoria: salone *piegatrici* e *cucitrici*.

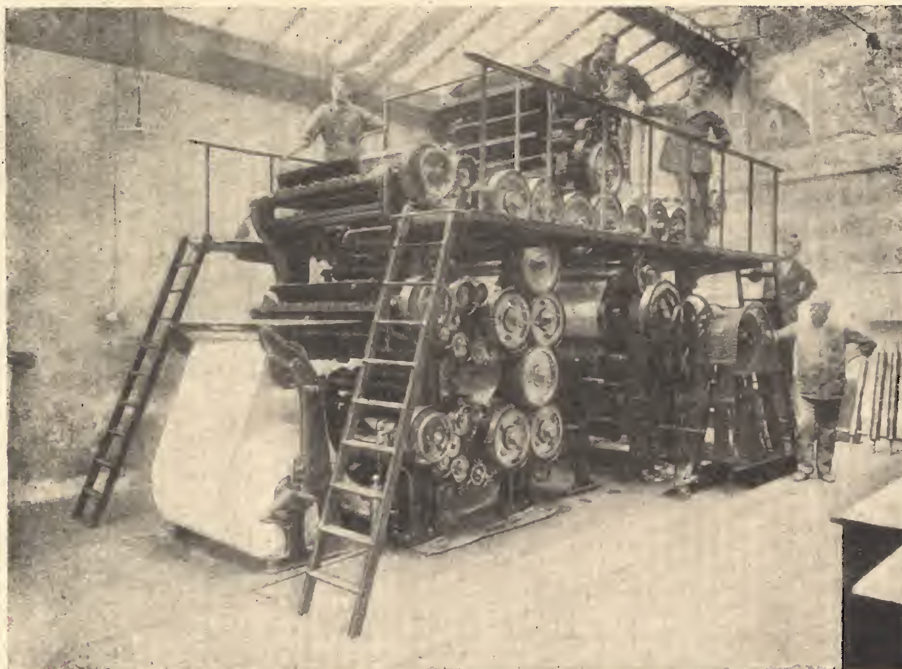
Qualche giorno dopo i *clichés* ritornano: si fermano in tipografia: in Redazione non pervengono che i *fumés*, vale a dire le prove dei *clichés*, in tanti rettangoli lucidi di carta. Ed ecco che entra in funzione il secondo arnese sacramentale di cui è insignito un giornalista che si rispetti: le forbici.

L'IMPAGINAZIONE.

Si tratta di dare al materiale di testo ed illustrativo la disposizione ch'esso manterrà, con le opportune modificazioni, nel numero della rivista. Servono all'uopo grandi fogli di carta che portano — cosa incomprensibile al profano! — null'altro che due sorta di incorniciature rettangolari affiancate, lunghe e strette. Esse cornici hanno esattamente le dimensioni che nella rivista occupano le due colonne di stampa: si tratta di riempirle, sforbiciando ed incollando, con i ritagli di una di quelle copie di bozze che abbiam viste inviate dalla tipografia alla redazione. La seconda copia,

con le correzioni del direttore e dell'autore, se occorre, viene ritornata alla tipografia.

Ah, che la modernità, accanto ai tanti profumi — intendo dire, ai pregi di comodità — ha pure le sue spine! Correggere era facil cosa, quando le righe di stampa non erano che plotoncini di cubetti di piombo, allineati l'uno di fianco all'altro! Bastava togliere il carattere incriminato, e sostituirlo, o ripetere, con modificazioni puramente *locali*, per così dire, le modificazioni che l'autore ha apportate alla bozza. Con la linotype, correggere significa, sia pure per una virgola, rifare tutta una riga, significa talora, per l'intrusione di qualche importuna parola, rifare più righe, sino ad un a capo... Autori!



Una delle grandi macchine rotative a colori.

Volete l'imperitura riconoscenza dei tipografi? Introducete meno parole che possiate sulle bozze, od introducetene tante che equivalgono ad un multiplo esatto di quante ne siano in una riga, o valetevi di quella provvidenziale istituzione che è l'*a capo!*

Ma il previdente redattore non impagina solamente gli articoli del numero nascituro: ha tutta una collezione di articoli bell'e impaginati nella cartelliera, di tutte le lunghezze e pronti per l'uso. Occorre uno scampolo — pardon! — un articolo di una pagina, di due, di due e mezza? Ecco: si rimesta nella cartelliera ed è presto trovato quel che occorre.

Sublime arte, quella dell'impaginare! Ad impaginare non s'apprende: ci si nasce, come i pittori, i musici ed i pasticceri. Quel ch'è certo, è che una buona impaginazione fa a mezzo la fortuna di una rivista. E quanti piccoli segreti non conoscono i redattori ed i tipografi, iniziati nell'alchimia del maiuscoletto, del grassetto, dei caratteri fantasia, della disposizione dei titoli e dei *clichés!* Ma questi sono segreti — Amico Lettore — ed Ella mi perdonerà certo, s'io mi sento vincolato a rispettarli. Chi sa il gioco, non l'insegni — e soprattutto agli amici!

Ed il fiuto necessario al raggruppamento degli articoli nel numero? Conciliare l'aggradevole ed il facile con quel che ha aspetto più severo — ammorbidire il grigiore di qualche lunga pagina di stampa con qualche opportuna illustrazione, variare il tono da articolo ad articolo, così da mantenere alla rivista il suo carattere enciclopedico, nel campo delle scienze: di una enciclopedia garbata, interessante e senza pedanteria — sapere quel che ogni categoria di pubblico predilige e trovare il giusto tono per tutti, senza che gli uni si trovino sdegnati e gli altri offesi, sfuggendo con uguale grazia alle persecuzioni degli autori procrastinati, alle recriminazioni della tipografia, ai suadimenti dell'Editore ed alle monotone esortazioni di qualche incaponito lettore... Ma anche questi sono segreti — e chi li carpirebbe al nostro Direttore? Ma son segreti di cui anche Lei, amico lettore, è un po' partecipe ed in cui anche la Sua collaborazione conta — della quale ben Le saremo grati, al comune fine di fare la nostra rivista sempre più bella, sempre meglio adeguata ai suoi scopi culturali.

* * *

« Permesso? » — « Avanti! » — È il proto che viene a cercare un pezzo d'articolo smarritosi per via, o che sollecita il ritorno delle seconde bozze o che vuole lumi per l'impaginazione. Tanto, è destino, che il Direttore, stia tutto il giorno in udienza più di un qualunque ministro ed è virtù del perfetto giornalista di avere due paia di orecchie: uno per non ascoltare quello che dice l'interlocutore e l'altro per tener dietro a quel che intanto gli dice il suo cervello.

Il proto se n'è andato: teniamogli dietro: traversiamo gli altri uffici di redazione, la stanza dei correttori, e penetriamo nella saletta ove si attua l'impaginazione. Qui stanno i sapienti ed i filosofi della tipografia. Ah, miei buoni proti, capolavori di perspicacia e di abilità, perchè non vi posso ricordare qui — e ricordare qui quanti buoni consigli vi debbo! Ecco che si rifà sulla composizione il lavoro che l'impaginatore di redazione ha fatto sulla carta. Le pile di lastrine plumbee della linotype vengono ordinate secondo le cornici del giornale: i *clichés* trovano il loro posto: dalla stanza dei compositori a mano giungono le leggende delle figure; dalle macchine giungono i *colonnini* (ahi, quante imprecazioni, per quei colonnini!) che sono i piccoli margini di stampa che affiancano le illustrazioni e tutto trova il suo posto. Amico lettore, ha mai pensato lei a tutto quel che dà decoro di precisione alla rivista ed all'accuratezza che esso esige? Alla numerazione delle pagine, delle figure, delle note — ai piccoli fregi, ai grassetti delle firme, ai cartellini, a tutto quanto ravviva e movimenta l'uniformità della composizione? Fatica particolare dei proti e di questi tipografi dell'impaginazione! E voi, polite e piallate e rettissime sbarrette che spazieggiate e mantenete tutto in sesto, ben allineate e squadrate, modestissime sbarrete, che siete l'anima e l'architettura dell'armonia estetica di una pagina? V'è per voi una macchina apposita, che vi fa belle e lucenti, vi accarezza per lisciarvi, vi crea grassotte o smilze, secondo esige la necessità. E questo lavoro si ripete per ognuna delle pagine che costituiscono il fascicoletto.

E quando tutto è pronto — quando le prove della copertina, le prove dei diversi colori della cromotipia, dapprima, e poi nella tiratura d'assieme, sono state approvate, quando sulle ultime bozze nulla più vi è a ridire ed il Direttore ha concesso il sacramentale *imprimatur* e si è così sgravato della sua quindicinale fatica, per intraprendere subito la successiva — allora, oh sospirato e solenne momento!, il giornale va in macchina.

Amico lettore — stiamo per entrare nel tempio del dio del piombo, dell'inchiostro e della carta — del dio che divora le candide verginità dei bianchissimi fogli della cartiera, per renderle sigillate dalla nerezza del pensiero umano — amico lettore, sii pieno di reverenza e d'ammirazione, di fronte a quel che han saputo fare i lontani discendenti di quei primi artefici che nelle atre spelonche di Norimberga infilavano i caratteri di legno sulle funicelle e premevano dai mastii dei torchi quei simbolici gemiti, di cui s'è fatto proverbio, sapienza di popoli!

* * *

L'occasione è ottima, chè ci permetterà frattanto di curiosare indiscretamente per gli *ateliers* del nostro stabilimento tipografico, dove si fa dalla stereotipia al galvano, dalla litografia al manifesto, dove si compone, si stampa, si lega, si imprime con una americana molteplicità di funzioni. Già dalla galleria delle linotypes si può abbracciare, attraverso la parete vetrata uno degli enormi saloni delle macchine da stampa: in locali attigui, oltre ad una saletta riservata alle composizioni a mano, si trova il macchinario per le operazioni sussidiarie della composizione: macchina per fondita di caratteri, trance, piallatrici, frese e così via.

Scendiamo di corsa la scaletta che porta alle sale delle mac-

chine da stampa e ne incontreremo dalle minuscole macchine che si trovano in tutte le tipografie e che servono alla stampa dei manifestini, dei segnalibri, delle piccole circolari, alle macchine piane, ad uno e due giri, tipo « Optima », dai modelli meno recenti ai nuovissimi, sino ai modelli giganteschi delle Miehle, a tre cilindri, per la stampa a due colori. Un cenno particolare merita il recente modello americano della Kelly, alquanto complicato, di una sorprendente rapidità. Di qua passa la rivista; le pagine di composizione, ben serrate sulla tavola corrente, inchiostrate mediante ingegnosi sistemi di macinazione degli inchiostri, passano e ripassano, con un caratteristico moto di va e vieni sotto ai cilindri, che afferrano, travolgono, restituiscono i grandi fogli di carta, con una precisione ed una rapidità, che ha del meraviglioso, del più che umano. Singolarmente impressionanti, in particolare, i meccanismi per la presa e l'« inghiottimento » del foglio: hanno una precisione ed un nervosismo che fa veramente pensare all'irrequietezza d'una nervosa grinfia umana. E tutt'una rete di condutture d'aria compressa, di elettricità, d'acqua, governa questo prodigioso insieme di movimenti guidato da un dito dell'uomo addetto alla macchina, imperturbabile e freddo, come il sacerdote di qualche remoto rito. I fogli stampati sono raccolti ed impilati su di un'apposita tavola: sono indi ripresi e rimessi in macchina per la stampa della seconda facciata. E finita la tiratura, si passa ad un'altro — e così via, sin che tutto il fascicolo sia stampato. Ed intanto che gli operai provvedono ad inviarlo a coloro che penseranno a riunire i fogli in fascicolo, a chiuderli nella copertina ed a passarlo alla legatoria, sbirciamo le altre macchine, che, d'attorno, proseguono il lavoro.

* * *

Vi sono ancora macchine piane addette alla stereotipia e macchine rotative, fra cui una americana, enorme, per la stampa a più colori. Vi è un piccolo *atelier* per la preparazione delle stereotipie, vi sono le taglierine per smarginare e refilare le pile di fogli stampati e le trance per imprimere le copertine, vi sono le rotative e le macchine piane litografiche. L'energia per tutta quest'enorme opera di lavoro viene diramata da una sotterranea sala delle macchine. Tutti i sotterranei del palazzo, infatti, sono popolati da operai ed occupati da impianti; vi sono gli elettricisti, i falegnami, i fabbri, ecc. e poi caldaie per il riscaldamento e serbatoi-contatori da gas e una piccola centrale elettrica.

Ma non perdiamo di vista il nostro giornale; risaliamo, passando attraverso parecchi piani del palazzo, trasformati in enormi magazzini di carta stampata e da stampare e ridiscendiamo, con un ascensore, alle gallerie delle piegatrici e delle legatrici. Le nostre fotografie sono abbastanza esplicative per non aver bisogno di commenti: particolare attenzione merita la nuova legatrice automatica. È qui che il giornale veste la sua forma definitiva, nelle ultime fasi del lavoro febbrile che l'han condotto dalle scarabocchiate cartelle degli autori alla sua nitidezza tipografica. E non appena l'ultimo fascicolo è cucito, la rivista viene mandata a pian terreno, agli uffici di spedizione, ove interminabili liste di indirizzi, carta da imballo e colla la attendono ed ove, con impareggiabile rapidità, essa è trasformata in quella miriade di cilindretti bruni che ogni quindicina le verranno a portare, egregio lettore, il sigillo della nostra continuata fatica.

Attendono, di fuori, i furgoni ed i fattorini: si carica, a bracciate — ed il giornale parte, ecco, è partito! Non è più vita nostra, è divenuto storia — e, qualche volta, storia che si dimentica.

Ma dalle sale viene ancora, ammorzato, il rombo delle macchine. Ancora ancora! E ritorniamo al lavoro e la nostra esistenza si scande così, fra un numero e l'altro — fra quello che è stato e quello che sarà, fra un rimpianto, una noia ed un desiderio — come tutte le uguali vite di noi, incatenati ciclopi della vita moderna.

E così sia — e ci sopravvenga la nostra ultima ora fra il rombare delle macchine ed il fervore del lavoro e possa la nostra opera in voi tutti, amici lettori, aver lasciato un ricordo di gratitudine ad un segno d'altezza!

D. DIEGO D'ARBAL.

DALLA TRIREME ALLA DREADNOUGHT

LO SVILUPPO DELLA NAVE DA GUERRA DAI TEMPI ANTICHI FINO AD OGGI

Non è possibile stabilire la data o il periodo preciso nel quale si cominciarono ad usare le navi da guerra, sia pure nella loro forma più rudimentale. È probabile che, fin dai tempi più antichi, i navigatori avessero la precauzione di portare con loro delle armi da difendersi, poichè sappiamo che varî secoli a. C., i Fenici, questi meravigliosi marinai, erano armati abbastanza da proteggersi contro i pirati che infestavano i mari più frequentati di quei tempi. Lo sviluppo della nave da guerra è in stretta relazione, necessariamente, con lo sviluppo della nave da traffico, giacchè l'una deriva dall'altra. La differenza tra le due era questa: che mentre il pregio della nave da traffico si basava tutto sulla forza delle vele, quella da guerra esigeva specialmente abilità e prestezza da parte dei rematori.

I più antichi modelli di navi a vela, li abbiamo trovati in quelle meravigliose sculture storiche, incise e dipinte di cui abbondano le rovine dell'antico Egitto.

I marinai egiziani si limitavano quasi esclusivamente alla navigazione nel Nilo, e ben di rado i loro vascelli salparono il delta del gran fiume per avventurarsi nelle acque del Mediterraneo, eppure è da loro che deriva la forma più comune della nave antica con la sua prora e con la poppa elevata.





Nave da guerra greca al tempo della battaglia di Salamina. — La trireme Romana tipica delle guerre puniche.



Galea Veneziana del medio evo.

Questa forma durò circa tremila o quattromila anni e la si ritrova ancora (certamente con molte modificazioni) nelle navi dei Greci, dei Romani e dei Veneziani.

Ma indubbiamente la prima grande razza di navigatori fu quella dei Fenici, chè 700 anni a. C. avevano già costruito delle biremi, con due tronchi per i rematori. Che i loro vascelli fossero fortissimi e che essi stessi fossero dei grandi navigatori, per quei tempi, è dimostrato da Erodoto il quale ci racconta che Neco, re di Egitto, non riuscendo a costruire un canale che mettesse in comunicazione il Mediterraneo col Mar Rosso mandò un equipaggio di Fenici a compiere un viaggio attraverso all'Africa e, meraviglioso a dirsi! essi lo compirono con pieno successo partendo dal Mar Rosso e tornando pel Mediterraneo.



Uno dei formidabili vascelli Scandinavi.

È probabile che i Greci, per costruire le loro navi, abbiano preso per modello quelle dei Fenici; e la nostra illustrazione rappresenta il tipo delle navi greche che presero parte alla battaglia di Salamina. La storia non ci dice quando fu che la nave cominciò a imitare nella sua struttura quella dello scheletro dei pesci, con la sua spina dorsale e le sue costole, ma noi sappiamo che la nave greca era provvista di una chiglia e di fianchi a cui erano attaccati i pennoni della nave per mezzo di cavicchi di legno e di ramponi. E facevano anche uso di chiodi in bronzo.

C'era un solo albero maestro che portava una gran vela quadrata e questa fu per molti secoli la caratteristica delle navi da guerra. Omero ci racconta che le navi da guerra greche erano messe in moto da rematori seduti in appositi scanni, trasversali e il cui numero poteva oscillare da venti a cinquanta. In una cabina collocata sul ponte, alla prua, stava una sentinella, e alla poppa in un'altra cabina stava il timoniere; le navi greche avevano due timoni di governo nei due posti della cabina di prua ed essi erano uniti da una trave a cui era attaccata la barra. La poppa della nave si elevava con una enorme curva, una specie di coda che serviva anche ad abbellirla. Verso l'anno 700 a. C. una nave di grandezza massima conteneva cinquanta rematori, collocati in un solo banco, ma più tardi fu aggiunto ancora un altro banco sopra il ponte e si ebbero così le navi dette biremi, e a queste successero le navi con tre banchi, dette triremi; e non meno di un centinaio di queste ultime parteciparono alla battaglia di Salamina. In tutte quelle navi da guerra troviamo una costruzione invariabile: l'ariete, che consisteva in una specie di sperone massiccio sporgente sotto il livello dell'acqua. E c'era anche un'altra specie di sperone simile all'ariete per tagliar l'acqua e il vento. La tattica delle battaglie navali era quella di speronare con l'ariete e così avveniva spesso che la nave attaccante soffriva poco meno della nave attaccata.



Nave da guerra francese, sulla metà del XIV secolo.

Come i Greci imitarono i Fenici, così i Romani imitarono i Greci: e ognuno, si intende, allargò e sviluppò l'opera dei propri predecessori. I Romani debbono esser ricordati soprattutto per lo sviluppo della loro marina mercantile, con le famose navi frumentarie, che portavano a Roma il prodotto delle rive più lontane del Mediterraneo. Per Roma, come per l'impero Britannico, il traffico mercantile era il legame principale che univa la sede del potere centrale con le province più lontane. Luciano ci ha lasciato una descrizione magnifica di una sua visita ad una di queste navi, ed egli ci parla


Vascello con due ponti dell'Armata spagnuola (1588).


La « Victory » di Nelson, con due ponti.

delle cabine, dei marinai che si arrampicavano sugli alberi più alti per mezzo di corde e correvano lungo i pennoni. Nota anche che la prua recava il nome della nave e che di dietro il vascello si alzava prendendo la forma di un becco d'anitra ed era tutto indorato. Parla di varie specie di argano e finalmente descrive il capitano « buon compagnone, con la testa tutta pelata ornata solamente da una frangia di capelli riccioluti ».

Deve interessare molto agli Americani, sapere che gli antichi Romani improvvisarono la loro flotta di navi da guerra, e l'approntarono solo nell'imminenza della guerra. Certamente i Romani, anche in tempi anteriori, possedevano delle navi, ma fino alle guerre Puniche non avevano pensato di poterne aver bisogno per combattere. Noi sappiamo che così sconfissero i Cartaginesi con una flotta di cento navi con cinque file di remi ognuna più una ventina di triremi.

Le prime navi da guerra di tutte le antiche nazioni erano sprovviste di ponte: dei battelli aperti. Poi cominciarono ad elevare alla poppa e alla prua delle costruzioni chiuse, che si potrebbero paragonare al castello di prua e al cassero, dopo di che (o forse nello stesso tempo) riunirono queste due costruzioni con una galleria centrale, o una piattaforma, riservata al capitano e agli altri ufficiali. Allora, giacchè le navi si erano già allargate di molto, le coprirono completamente con un ponte, e le truppe erano disposte sul ponte mentre sottocoperta stavano i rematori. Le galee Romane raggiunsero delle proporzioni enormi. Fu conservato solo l'albero davanti e i banchi dei rematori crebbero fino a cinque.

Qui è nata una violenta discussione fra gli studiosi della materia, sul modo in cui erano disposti i rematori: se erano collocati in file successive, una sull'altra, o se viceversa erano collocati insieme, su uno stesso banco, a due a due, oppure a tre a tre, tuffando i remi nell'acqua traverso uno stesso foro, avendo, il manico dei remi stessi una diversa lunghezza l'uno dall'altro.

Gli argomenti in favore della sovrapposizione dei banchi sono più convincenti e certamente questo modello si uniforma meglio agli esemplari pittorici che ce ne sono pervenuti dai tempi più antichi.

Dato il poco spazio che abbiamo a nostra disposizione dobbiamo solo fare un accenno fugace alle illustrazioni che ci mostrano un tipo di galea veneziana. I Veneziani ebbero una parte notevole nello sviluppo della nave sia da traffico che da guerra nel Mediterraneo, durante l'età più antica e nel medioevo. La famosa vela latina che è ancora il tipo preferito nelle acque mediterranee, era assai grande sulle galee ve-


Il monitore di Ericsson, che ha introdotto nell'uso la torretta armata.


Nave da battaglia « Oregon ».

*

neziane. Il vascello che si vede nell'illustrazione è un tre alberi e segna un gran passo innanzi, quanto alla forza delle vele sugli altri tipi che abbiamo ricordati più sopra. Il vantaggio che dava l'usare remi più lunghi vi fece introdurre una speciale costruzione sporgente sul fianco e per tutta la lunghezza della nave, costruzione destinata ai rematori. Furono poi costruiti per difendere i combattenti e i rematori degli appositi baluardi.

La galea ha sempre avuto un posto importante negli annali della guerra di mare, e specialmente nello sviluppo della nave, e ai loro tempi le galee veneziane erano giustamente famose. Anche nei tempi moderni il genio degli italiani nella costruzione navale ha avuto molta influenza nella costruzione delle navi da guerra e del loro materiale di combattimento.

Abbiamo parlato di Fenici come di un popolo che tiene un posto assai elevato in entrambi le navigazioni nell'antichità, come un popolo di navigatori meravigliosi, ma noi pensiamo che il primo posto spetterebbe agli Scandinavi chè non ci fu mai una razza di navigatori più audace, più robusta e più intelligente di loro. A differenza delle navi pesanti dei loro contemporanei, i vascelli di questo popolo erano costruiti con linee svelte ed agili, con una splendida curva, da poppa a prua, che permetteva di tagliare le onde del mare con grande velocità. Non solo essi navigarono lungo le proprie coste, ma non si peritarono ad avventurarsi nell'oceano inesplorato dell'ovest, ed è ormai accertato e riconosciuto da tutti che essi furono in America molte centinaia di anni prima di Colombo stesso. Come essi compirono questa navigazione non si può dire. Il sole durante il giorno, la stella polare durante la notte e un certo istinto acutissimo per il mare dovettero guidarli. Che il modello delle loro navi sia migliore che non quello delle galee fu provato al tempo della esposizione di Chicago: un battello, modellato sui resti di un'antica nave scandinava ritrovati in Norvegia, attraversò l'Atlantico e giunse a Chicago appunto per la fiera.

Partendo da Bergen al primo di maggio essa raggiunse Newport, al 13 giugno. Il capitano dichiarò che la nave aveva fatto ottima prova, e che essa, se vi si fosse aggiunta un'altra vela, poteva ottenere una velocità da star a fronte ai vascelli moderni. Gli Scandinavi erano una razza robusta e non appare che abbiano fatto mai nessuno sforzo ad abitare nelle loro navi che erano sempre lunghe, strette e scoperte e probabilmente velocissime. I rematori stavano in un banco apposito e probabilmente la nave era per molti aspetti simile alle lance di salvataggio dei tempi moderni. Per coprirsi usavano un paio di antenne tra le cui estremità superiori erano congiunte da una lunga pertica e su questa era stesa una tela, e la direzione al vascello era impressa da un timone collocato a tribordo.

La nostra illustrazione in cui si vede una nave francese del 1352 segna la fine di quel periodo in cui le navi erano mosse da una combinazione di vele e di remi, quando il combattimento era sostenuto da arcieri e da balestrieri disposti in ranghi ben serrati, o per mezzo di pietre e di pesi lanciati da catapulte, da balestre e da coffe speciali. Questo curioso vascello mostra un albero di prua che salta fuori da una piattaforma posta lì sul davanti e, nella parte posteriore, si nota la genesi di quella poppa rialzata destinata ad essere una caratteristica delle navi spagnuole armate di artiglieria: quell'artiglieria che doveva essere inventata poco dopo.

L'illustrazione seguente mostra una nave della grande Armata Spagnuola sulla fine del sesto secolo.

Facciamo notare qui come, paragonato col vascello francese del 1350, è stato aggiunto a questo un terzo albero e che l'albero di trinchetto e quello maestro sono cresciuti d'altezza, si sono accresciuti di gabbie e di belle vele.

I cannoni primitivi di quei tempi, di scarso potere e di tiro assai corto, sono collocati su due ponti e si noterà che la prua delle navi più antiche, soprastante al livello delle acque, perdura in quell'enorme sperone su cui è collocato un dragone.

Dopo che il remo ha ceduto il luogo alla vela, e la catapulta e la freccia al cannone, la linea di sviluppo era facile da prevedere, e le navi del settimo e dell'ottavo secolo crescono continuamente di dimensione e aumentano il potere delle vele finchè si arriva ai tre ponti del periodo di Nelson.

Le navi più vaste di questo modello portavano, come massimo da 120 a 130 cannoni.

Una delle nostre illustrazioni ci mostra la nave ammiraglia di Nelson nella battaglia di Trefalgar, come doveva apparire quando navigava, a vele spiegate.

Le navi in legno e a vela continuano ad essere in uso fino alla seconda metà del secolo decimonono. Il primo cambiamento radicale cominciò con l'introduzione del vapore come ausiliario delle vele, e la fregata a vapore di cui l'*Artford* (americano) è un esempio cospicuo, tenne il primo posto come un tipo formidabile di nave da guerra per molti anni di seguito e figurò largamente nelle operazioni navali della Guerra Civile, nell'America stessa.

Degna della più grande ammirazione è l'introduzione fatta da Ericson del monitore, un vascello di acciaio con un parapetto di un piede o due, niente sul ponte se non una sola torretta armata con due cannoni pesanti. Pochi anni prima che apparisse il monitore la Francia aveva corazzate in ferro le proprie fregate; ed è questo insieme con lo sviluppo dei congegni di marina e dei cannoni, che ha portato alle moderne navi di battaglia, delle quali un esempio notevole è dato dall'*Oregon* (americano). In questa nave abbiamo il modello della nave pesante: armatura di corazze da 18 pollici, torrette anch'esse corazzate e cannoni interamente mascherati. Il parapetto ha l'altezza di 13 piedi. È stato costruito nel 1895.

L'ultimo stadio nello sviluppo della nave da guerra è stato raggiunto con l'introduzione, da parte degli Inglesi, della *dreadnought* in cui la batteria mista di 12, di 8, di 6 pollici fu abbandonata per adottare il solo calibro di 12, più alcuni pochi cannoni piccoli contro le torpediniere. La *dreadnought* era una nave che stazzava circa 17,500 tonnellate; con una velocità di 21 nodi all'ora, 11 pollici di armatura e 10 cannoni da 12 pollici. Da allora tutto lo sviluppo è stato fatto in queste direzioni: crescere il calibro dei cannoni, rafforzare l'armatura, accrescere la forza delle macchine e provvedere di un compartimento di celle lungo i fianchi come protezione contro i sottomarini. Ha 12 cannoni di 14 pollici riparati dietro armature di 18 pollici, ed è protetto sulla linea dell'acqua da corazze di 13 pollici e mezzo. Ha una velocità di 21 nodi.

Un nuovo tipo è stato sviluppato dagli Inglesi durante la guerra che può anche non durare, questo è l'*Aood*, un vascello di 860 piedi di lunghezza, 42 000 tonnellate di stazzamento e provvista di 8 cannoni da 15 pollici, la nave essendo protetta da un'armatura di 12 pollici. Ciò che è più notevole in questo tipo di nave è la forza dei suoi cannoni pesanti, la protezione delle sue armature e il fatto che la sua grandezza è congiunta ad una velocità di 32 nodi.


La *dreadnought* « Pennsylvania »: 32 000 tonnellate; velocità 21 nodi; corazza 325-450 mm.; dodici cannoni da 350 millimetri.


L'incrociatore di battaglia « Hood »: 42 000 tonn.; velocità 32 nodi; corazza 300-375 mm.; otto cannoni da 375 mm.

L'Esplorazione Zoologica degli Alti Laghi Alpini (*)



Fig. 1. — «... la valle apre improvvise scenografie di vette e di cerchi lontani...» (Alta Val Trafoi con le pendici occidentali dell'Ortler, a sinistra, ed il Madatsch, a destra).

... le strade maestre bianche di polvere soffocante, bordate di grama vegetazione incenerita ai cigli delle zanelle, sono ben lontane! Lontana è l'ultima stazione annerita di fumo e sudicia di carbone, sono scomparse le ville e le ampie case coloniche: fra dolci declivi di prati castagneti sale la mulattiera, ancora larga e ben battuta; serpeggia sul fondo della valle, accanto al torrente che ciangotta e croscia sui grossi sassi del fondo e si dirama in silenziose vene tranquille fra la ghiaia ed il ciottolame delle sponde, in un alveo non profondo, comodo, che ne smorza la liquida voce. Il paesaggio, pur lungi dalle violente modificazioni imposte dall'uomo civile, reca ad ogni svolta tracce della serena e tenace attività dell'uomo delle montagne. Il bosco non è aspro e ricorda quasi la pittoresca solennità di un grande parco silenzioso: gli spiazzi più aprichi reggono campicelli e piccoli orti; tratto tratto lunghi canali di tronchetti appena squadrati rubano un fil d'acqua al torrente e lo avviano alla rozza fatica di qualche mulino o di qualche primitiva segheria, acquattati fra il bosco. La valle ora si stringe ed ora apre improvvise scenografie di vette e di circhi lontani.

L'occhio vi corre: quando saremo lassù? Ma il lento passo cadenzato della piccola comitiva farà miracoli, ignoti al pacifico abitatore della città. La mulattiera si stringe e si fa più rude, il torrente s'incassa in un alveo più profondo e trae voci più sonanti e schiumose dai suoi cozzi contro le pareti ed i massi di roccia che lo serrano di quando in quando; l'aspetto delle pendici muta con lenta sostituzione di vegetazioni: i lecci, i faggi seguono ai querciuoli ed ai castagni: di sotto ad un più sottile strato di terriccio su cui i muschi e le felci allignano più volontieri delle morbide erbe dei pascoli si fa più palese l'ossatura rocciosa del terreno, che, a tratti sempre più frequenti, si rileva bruscamente in ferrigni spioventi di roccia, in ruinosi declivi di sfasciume, digradanti dalle creste laterali che denudano al barbaglio del sole la contorta loro anima di pietra. Il piede non calca più la battuta omogeneità della terra compressa dal viavai dei muli e degli uomini, ma s'aggrappa coi chiodi delle suole a lastre di roccia, a pietroni, vacilla sulle acciottolature naturali della mulattiera ed i muscoli delle gambe cominciano a sentire il piacevole sforzo dei gradini, dei più ripidi pendii, dei lunghi passi per varcare una vena di ruscello, per girare un pietrone.

In lunghe ed assottigliantisi processioni di un verde glauco caratteristico i pini e gli abeti, salgono, folle di silenziosi pellegrini, i costoloni delle pendici; le frane e le pietraie interrompono con il loro grigiore verdastro o rugginoso la compattezza delle falangi arboree. Si sale sempre: la mulattiera si snoda più in alto, a mezza costa su uno dei versanti: il torrente è assai più giù: il suo letto è tutto di roccia liscia e lucida: spumeggia in rapide e cascatelle e fra le spume scherzano i raggi del sole, assume cupe trasparenze verdastre in piccole conche quiete, albergo preferito delle trote montanine; grandi massi di roccia, testimoni delle frane ruinate giù dalle falde, gli condendono la diritta via con irosi cozzi e schiaffeggiamenti e scoppiettii che si staccano netti sopra il rumore sordo e continuo, come d'un pesante rotolamento lontano, che non ci abbandonerà più che ai supremi circhi della valle. In qualche pianoro, breve e tutto umidiccio ed infiltrato dalle acque del torrente che vi si diffonde in mille minuscole vene — su qualche verde balza pianeggiante delle pendici, in cui ricompare il pascolo montano, l'occhio esperto ravvisa di lontano un grigiore di pietra diverso dalla tinta morta del pietrame degli sfasciumi e delle pareti scoperte, colorito talora, nel paesaggio, da un esile filo di fumo, annunciato da un lontano ed armoniosamente fioco suono di campanacci, che ricordano la nostalgica melanconia del *Ranz des Vaches* o di talune pagine di Clementi. Sono gli alpeggi dei pastori che, durante i mesi dell'estate, dalla fin di luglio a quella di settembre, per un periodo vario, a seconda delle altezze, guidano lassù le mandrie al pascolo e preparano nei fumosi abituri, in enormi pignatte caratteristiche, i formaggi ed il burro della montagna, rievocando lassù, fra il solenne silenzio delle vette e la grandiosità del paesaggio gli aspetti di una più felice vita primordiale, fiorita spesso di curiosi anacronismi.

Ma la piccola comitiva ascende sempre, da un circo all'altro, ora risalendo di masso in masso il fondo medesimo della valle, ora battendo mulattiera a mezza costa. Ed i suoi componenti offrono un aspetto alquanto diverso da quello dei soliti gitanti: non giovani ardimentosi scalatori di vedrette e di campanili per il compiacimento ginnastico di una dura ed emozionante vittoria, non turisti in cerca di paesaggi per la Westpocket, non borghesucci tartarineschi miranti alla polenta calda scodellata nel latte profumato di un alp. Visi seri, fisionomie mature ed occhi intenti di chi va alla montagna con un ben determinato scopo, per carpirle un suo segreto e non dei meno appassionanti. E chi avesse battuti i valichi, i circhi delle vallate ossolane o dell'alta Val d'Aosta, chi avesse percorse Val Vigezzo, Vall'Onsernone, Val Formazza, Val di Dovero, oppure l'alta Valgrisanche o Valsavaranche, una quindicina d'anni or sono, avrebbe certo incontrata, fra siffatte comitive, una figura di donna, che, per prima nella storia delle ricerche sulla fauna degli alti laghi alpini, sapeva non cedere alle asprezze della montagna, della roccia e del ghiaccio, presa, come i suoi compagni, da quel singolare fascino della montagna, che solo un naturalista può ben intendere, al disopra dei superficiali estetismi e della tecnologia ginnastica degli arrampicatori « puri ».

* * *

I loro sacchi da montagna sono alquanto più voluminosi e pesanti di quel che comporti l'abituale bagaglio dell'alpinista: chi vi guardasse, scorgerebbe, accanto alla vettureta gl
sta: chi vi guardasse, scorgerebbe, accanto alle vettovaglie, alla lanterna, agli occhiali, al passamontagne, accanto a tutto quel ch'è di rito per l'ascensione, bizzarri arnesi: imbuti di

(*) Mi sia anzitutto permesso rivolgere qui i miei ringraziamenti a tutti coloro che mi hanno cortesemente fornite le belle fotografie che illustrano quest'articolo ed in particolare, alla prof. Rina Monti ed al prof. Angelo Bianchi della R. Università di Pavia, ed al dott. Eugenio Morreale.



Fig. 2. — «... percorrere lentamente gli insidiosi candori azzurrognoli del ghiacciaio... » (Ghiacciaio del Cevedale).



Fig. 3. — «... un piccolo lago, adagiato in una solenne tranquillità, come d'un sonno senza fine... » (Lago di Devero. 1900 metri).

ottone luccicante, matasse di fune troppo fine per servire alla cordata e poi lunghi coni di finissima garza di seta tesi su cerchi di ferro e scatole di metallo in cui, mediante opportuni doppi fondi forati, trovano posto serie di vasi cilindrici di vetro ben tappati e poi ancora tubicini di vetro più piccoli e forse anche grandi cucchiai di metallo o di fitta rete di ottone, gli astucci del barometro e dei termometri. Tutt'una serie di strumenti, che formano lo stupore degli alpigiani all'ultimo alt e che fanno pesante la fatica dell'ascendere, armi alla curiosità appassionata del naturalista in montagna.

Lasciamoli giungere alla loro meta e facilmente vedremo come ognuno di questi arnesi abbia un suo ben preciso ed ingegnoso compito. Ma la meta ancora è lontana e forse, prima di giungervi, occorrerà solcare di orme qualche nevaio o gareggiare di agilità con le svelte e ripide linee di qualche crinale roccioso o farsi in cordata e percorrere lentamente gli insidiosi candori azzurrognoli del ghiacciaio.

Ed infine, all'improvvisa, dietro la breve balaustra petrosa che limitava in piccolo circo, dall'alto di un piccolo anfiteatro roccioso svasato, vestita dei colori più inattesi, verde cupo misterioso fra il grigio delle pietre, nero violaceo fra i riflessi bianchi della neve e del ghiaccio, grigio acciaio, con trasparenze e riflessi quasi bianchi, o d'un colore che per se non è nulla, ma è solamente specchio di quanto la cinge, ecco la meta...

. . . . un piccolo lago, nel breve giro di una conca rocciosa, adagiato in una solenne tranquillità, come d'un sonno senza fine, senza un fil d'aria che ne increspi la superficie, senza il più lieve sussurro di un'onda che batta sulla riva. Un piccolo lago, perduto fra le cime e nascosto fra le minacce delle frane e dei canaloni, vegliato da vedette ardite ed inflessibili puntate al cielo in una superba dirittura come di orgoglio. Lo conoscono forse i camosci che vi si abbeverano o qualche raro uccello dal lento batter di ali — forse gli alpigiani delle baite sottostanti che qualche volta lo hanno incontrato nelle loro peregrinazioni sulla montagna ed hanno



Fig. 4. — «... un piccolo lago, perduto fra le cime e nascosto fra le minacce delle frane... » (Lago Cabianca; m. 2152. Val Seriana).





Fig. 5 e 6. — «...e qualche nevaio che talora vi tuffa l'estremo lembo del suo mantello d'ermellino...» (*a sinistra:* Lago di Geisspfad, m.2403; *a destra:* Laghetto Cederna, Gruppo Scalino, m. 1800).

tentato di buttarvi una lenza. Ma quanti non vi sono, di codesti laghi, che non figurano su alcuna carta! Li alimentano tenui reti di minuscoli ruscelletti precipitanti giù in allegri e canori balzelloni, dalle pareti attorno, e qualche nevaio che talora vi tuffa l'estremo lembo del suo mantello d'ermellino; un piccolo emissario silenzioso se ne porta via l'acqua: s'ingolfa in gole oscure di roccia e, a valle, raggiunge altre vene di acqua per fondersi con esse a costituire i primi passi di quel torrente che ci ha accompagnati per buona parte del nostro cammino. Talora è lo stesso tronco principale del torrente, che esce fuori da un siffatto laghetto.

Ma i laghi più belli, i più fantastici, quelli che più ammanta la malinconia e solenne poesia della montagna, son proprio i più spersi ed i più alti, fuor delle maggiori vie idriche, tutti assorti in un silenzio sepolcrale, quasi pauroso, che fa ben intendere il confuso brontolìo lontano di una frana od il prossimo e sinistro scricchiolìo del ghiaccio...

* * *

Questi alti laghi alpini hanno una svariatissima fisionomia, a seconda dell'altezza cui sono collocati, della natura litologica e della storia geologica del terreno in cui è incavato il loro bacino: il loro aspetto si armonizza con quello di tutto il paesaggio montano che li incornicia. I laghi più bassi, posti a quote per cui ancora è presente la vegetazione, almeno di conifere, hanno aspetto non molto dissimile da quello dei grandi laghi marginali; sono graziose e minuscole miniature di quei grandi specchi di acqua che richiamano alle loro rive, segnatamente al versante italiano, un sogno vegetale di riviere marine, come per un gentile miracolo. Nei laghi alpini non troverete che un digradare, pittorescamente aggruppato, verso le rive, di gruppi di pini, di larici, di abeti, raddoppiati dalle tremolanti riflessioni delle acque chiare. Nulla di aspro: gli stessi rovinii di massi, le asperità del greto, gli strapiombi di qualche parete a capofitto sul-



Fig. 7. — «...lo conoscono forse gli alpigiani che qualche volta hanno tentato di buttarvi una lenza...» (Lago della Malgina, sotto il Pizzo del Diavolo, m. 2356).

l'acqua, hanno un sapore di voluto, di pittoresco di genere, che nello spirito di chi osserva non lascia se non una gradevole impressione estetica. Per lo più, in questi laghi più bassi, lo sfondo della valle si apre a prospettive profonde e solenni: il bianco delle catene lontane si stacca netto sull'incorniciatura verde delle pendici della valle e solo più in alto si snoda la sagomatura aspra dei crinali rocciosi. Talora le rive sono popolate: qualche casolare, se non qualche grande albergo da turisti e qualche prora di barca immobile sopra la sua immagine nell'acqua.

Ecco dei laghi ben comodi per l'esplorazione zoologica! La possibilità di sorvolare in un leggero schifo su tutto lo specchio delle acque, di visitarne i più anfrattuosi recessi, ove qualche fil d'acqua sgocciolando giù dai roccioni verdi e molli di muschi trae un soffocato gorgoglio da una minuscola baia sonnolenta, sotto cui traspare lo scintillio micaceo o quarzoso delle sabbie del fondo, ecco una bella fortuna per il naturalista! Quel lago non avrà più segreti per lui: una permanenza di qualche giorno sulle sue rive gli permetterà di sondarne i diversi punti, presso le rive e nel centro, di riconoscere se i diversi abitatori delle acque vi siano stratificati a diverse profondità, seguendo condizioni di temperatura, illuminazione, di ossigenazione delle acque più confacentisi a queste anzichè a quelle specie. Ed egli potrà studiare se la vicinanza delle rive ed il carattere della vegetazione che le ricopre abbiano, ed in quale misura, influenza sulla distribuzione della fauna, se il lago possa cioè essere schematicamente distinto in più zone concentriche, caratterizzate ciascuna dalla presenza di determinate comunità animali, come pare avvenga nei grandi laghi marginali. Determinazione assai delicata, questa, poi che lo zoologo attento potrà constatare che tutti questi minuscoli abitatori delle acque alpine, si spostano dall'alto al basso e viceversa, nel seno delle acque — e si portano a diversi punti delle rive, a seconda della direzione dei raggi solari che vi battono, nelle diverse ore del giorno, a seconda della direzione del vento e di altri non pochi fattori, che si raggruppano in complessi variabili e locali. Una escursione di notte, sul laghetto, quanto mai suggestiva, se lo scialbo pallore della luna tenda enormi ragnatele luminose fra il folto dei pini o fantastici contrasti di cupezze fonde e di risalti brillanti dalle rocce delle rive, gli mostrerà come tutto quel microcosmo pelagico si affolli, nelle ore buie, alla superficie delle acque, per rituffarsi al profondo all'alba rinnovando quasi, con un più suggestivo segreto, i miti mediterranei delle ninfe dei boschi e della montagna che attendevan la notte per le loro danze, accanto ai conciliaboli delle spettrali figure delle leggende nordiche, fantasmi dissolti al mattino, come vapori di nebbia, dai primi raggi del sole.



Fig. 8. — «... in un silenzio sepolcrale, che fa ben intendere il prossimo e sinistro scricchiolio del ghiaccio... » (particolare del Ghiacciaio del Cevedale).

E poi, quanti altri problemi accessori, ma non meno interessanti, offrono siffatti laghi, che la comodità d'accesso e di prolungate visite fanno fecondi di risultati! La fauna delle acque influenti; le relazioni fra la popolazione del lago e quella dei bacini sopra o sottostanti e dei ruscelli connessi. Se l'ampiezza e la profondità del bacino lo consentono, si potrà applicare ad esso buona parte della tecnica di ricerca, di cui si vale lo zoologo nello studio dei grandi laghi marginali: retini quantitativi ed a chiusura, con timoni ed ali per la regolazione ed il mantenimento di quota, draga e secchio — e così via.

Ma più in su, man mano che l'altezza s'accresce, aumentano le difficoltà dell'impresa: l'impossibilità di soggiornare sulle





Fig. 9. «... reti di ruscelletti precipitanti dalle pareti d'attorno... » (la bocca del ghiacciaio di Sulden, m. 2400). — Fig. 10. «... i laghi più belli e i più fantastici, quelli che più ammanta la malinconica e solenne poesia della montagna... » (Lago di Marielen nelle Alpi Bernesi sul fianco del ghiacciaio di Aletsch, m. 2500).



Fig. 11. — « ... graziose e minuscole miniature dei grandi laghi marginali... » (Lago di Landro, a m. 1403 e Monte Cristallo di m. 3199, nelle Dolomiti).



Fig. 12. — « ... un degradare, pittorescamente aggruppato, verso le rive, di pini e larici ed abeti... » (Lago Palù, m. 1900).

sponde del lago, l'incubo del ritorno tra difficoltà non minori di quelle dell'ascesa: il tempo ristretto, che impone di limitare le operazioni al minimo indispensabile, quando pur l'interesse della ricerca vi fa voltare addietro, nel ritorno, con un nostalgico senso di desiderio insoddisfatto che comprendere non può chi non lo abbia provato e l'incombere continuo, sul vostro entusiasmo curioso, sul prezioso carico di materiale che vi appesantisce il sacco, di tutte le minacce della sfinge montana: la nebbia, un certo crepaccio difficile, od un certo cammino sdrucciolevole che vi costringerà ad affidare il sacco alle ballonzolanti peripezie di una corda calata...



Fig. 13. — « ... lo sfondo della valle si apre a prospettive profonde e solenni... » (Lago di Devero).

Ma non monta: i laghi più alti sono i più interessanti! Ben diversi, d'aspetto, da quel lago di mezza montagna che abbiamo testè descritto. Eccoci sopra i duemila metri: è il regno della roccia e delle piccole vittorie, masso per masso e pendio per pendio. Una dopo l'altra si scavalcano le morene dell'alta vallata, le pareti della valle hanno un aspetto singolarmente liscio ed arrotondato; dal fondo vallivo fanno salienza minuscole collinette di pietra, d'un profilo massiccio e smussato, in singolare contrasto con le tormentate sveltature delle creste, su, in alto — quasi che



Fig. 14. — « ... sull'incorniciatura verde delle pendici si snoda la sagomatura aspra dei crinali rocciosi... » (Lago di Prags a m. 1496 e monte Seekofel di m. 2810, nelle Dolomiti).

Fig. 15. — Lo strumento fondamentale del limnobiologo, il retino planktonico. (*Da sinistra a destra:* prof. Achille Monti, dott. Alchieri, dott. Baldi, delle Facoltà di Medicina e di Scienze naturali dell'Università di Pavia).



Fig. 15.



Fig. 16. — « ... la gigantesca linea ora è scomparsa, o s'è ritirata lassù, in un biancore acciecante, sotto il sole... » (Il lago del Gabiet, sotto il Col d'Olen, m. 2900, con il ghiacciaio della Lys).

una gigantesca lima avesse girato loro d'attorno, raschiandone ogni asprezza e modellandone con morbidezza i contorni.

La gigantesca lima ora è scomparsa o s'è ritirata lassù, in un biancore acciecante sotto il sole: il ghiacciaio.

Le relazioni infatti, che intercedono fra i laghi alpini ed il ghiacciaio, fra la loro fisionomia e l'aspetto generale dell'alta valle, sono assai strette.

* * *

Un lago: ecco una cosa ben semplice, agli occhi del profano: una concavità, una sorta di grande coppa, le cui pareti sono le rocce e le montagne ed in cui s'è raccolta dell'acqua. Anche più semplice, se dai grandi laghi marginali, come i nostri bei bacini lombardi, distesi per grande ampiezza in un paesaggio geologicamente complesso e pittoresco, si passi a quelle minuscole pozzette che sono i laghi di montagna, cucchiai da poche gocce, in confronto a quelli e di che egli — il profano — forse si meraviglierà c'interessino tanto. I geologi, a dir vero, non sono di questo parere, nè le lor congetture ed i loro studi sono affatto senza interesse per noi zoologi che nei laghi andiam cercando quello che il suddetto profano mai immaginerebbe vi si possa trovare e di cui diremo qualcosa in un prossimo articolo. Anzi! se v'è campo delle scienze naturali in cui le congetture e le interpretazioni biologiche siano andate di pari passo con le ipotesi e le indagini dei geologi, quell'è appunto la limnobiologia. E ne vedremo le ragioni. Se poco di certo si sa, circa il modo con cui si son formati i laghi marginali, se ancora non s'ha tale sicurezza di cognizioni da poter decidere fra l'ipotesi di Stoppani che vedeva in essi lunghe e strette insenature, *fjords* del golfo pliocenico padano, sbarrate e mutate in bacini chiusi dall'accumulo di dighe di materiale morenico e quella ad esempio, di Gastaldi e di Tyndall, che il loro letto sia stato scavato dal ghiacciaio o quella di geologi e geografi più moderni, che invocano l'intervento di assestamenti tectonici di antichi fondi vallivi; non molto di più si conosce della genesi dei piccoli bacini alpestri.

Dei laghi di montagna si può dire che si dividano in tre grandi ed approssimative categorie: i bacini nati per sbarramento di gole percorse da acque, ad opera di frane o di ammassamenti morenici, quelli cui han dato origine processi di erosione, sia glaciale, sia di dissoluzione o di abrasione idrica ed atmosferica e quelli infine alla cui formazione hanno cooperato entrambi questi gruppi di agenti. Ma se sui laghi di sbarramento v'è generale accordo nel riconoscerne la evidente origine, palese sia all'esame delle rive, sia ad uno sguardo al paesaggio lisciato ed arrotondato che, nella valle, incornicia lo specchio dei laghetti, testimonio eloquente della secolare tenacia del ghiaccio, men agevole è dirimere e valutare i separati agenti che hanno escavato il bacino dei laghi d'erosione. Se essi sono scolpiti in roccia omogenea, è probabile che sian del tutto figli del ghiacciaio che ne ha ostinatamente tornita la conca, ma se le rive mostrino i segni d'una diversa composizione litologica, una folla di dubbi e di problemi s'affaccia: quanto ha cooperato al loro formarsi la diversa resistenza delle rocce genitrici all'insistere degli agenti degradatori e quale fra di essi agenti avrà potuto esercitare maggiore influenza? Che ci dice l'esame delle sabbie o della melma del fondo? — e che l'esame delle alterazioni che campioni di roccia strappati alle rive dimostrano di aver subìto? — quanta luce può portarci l'esame della struttura litologica dei finitimi tratti di valle?



Fig. 17. — « ... coppe innalzate, sulla montagna, in misteriosa offerta agli iddii ed ai demoni delle vette e degli abissi... » (Lago del Sangiatto sopra l'Alpe Devero, m. 2000, di fronte al Gruppo del Cervandone, m. 3211).

Occorre appena avvertire che alle diverse modalità di genesi, al diverso interferire dei fattori litologici, glaciali, idrici, atmosferici, eccetera, si deve una grande varietà d'aspetto, in questi laghi veramente alpini, che talora occhieggiano cupi, con aria di solenne mistero in fondo a circhi di pietra e riflettono nel



Fig. 18. — « ... il contrasto fra il grigio freddo delle rocce ...» (Il lago dei Séracs, al Ruitor, esplorato per primi dai prof. Achille e Rina Monti).



Fig. 19. — « ... e le mobili trasparenze delle acque... » (Lago d'Antrona, Vall'Antrona, m. 1900).

loro specchio cupo le chiazze bianche dei nevai, in raccoglimento silenziosamente malinconico, ed ora si bordano di inaspettate morbidezze di muschi, sul terreno pantanoso e cedevole, presso le rive, o che, in una illusione di trasparenza, traggono lo sguardo di pietra in pietra, lungo il greto, sempre più in là, sempre più profondo, sinchè il velo verdastro dell'acqua ne avvolge del tutto i contorni, con la malìosa seduzione di una leggenda d'ondine...

È un fascino singolare, quello dell'acqua raccolta in queste coppe innalzate, sulla montagna, in misteriosa offerta agli iddii ed ai demoni delle vette e degli abissi ed attorno ad esse è tutto un fiorire di leggende che il naturalista non deve trascurare di raccogliere, poi che esse talora adombrano, singolarmente sfigurati, resti di verità geologiche, spesso ben interessanti, per istabilire, ad esempio (questione capitale per lo zoologo), le date di nascita o l'ordine di successione nella comparsa di singoli laghi o di gruppi di laghi. E che il contrasto fra il grigio freddo delle rocce, simbolo di dura ed arcigna immobilità e le mobili trasparenze delle loro acque, ciò che costituisce, in essi, l'elemento estetico di più immediata suggestione, non sia sfuggito agli stessi alpigiani, provano le denominazioni coloristiche che così frequentemente si ripetono per i nostri laghetti alpini. Quanti non sono i Laghi Neri e Verdi e Bianchi delle nostre carte!

Ma le loro rive e le loro acque che sin qui non hanno conosciuto che il tocco leggero od il timido diguazzamento delle zampe dei camosci o delle capre, che la blanda carezza dei lenti fiocchi di neve calanti lievemente da un cielo di perla, saranno fra poco turbate dalla indiscreta curiosità degli strumenti scientifici.

La comitiva di zoologi in esplorazione che abbiamo abbandonata al lago di mezza montagna sta per giungere quassù: il nevaio, il ghiaccio, la roccia non le han fatto deporre il pesante bagaglio. Anzi, v'è da vederlo arricchito di un nuovo arnese, del quale a tutta prima non si indovinerebbe l'uso: un mulo lo ha portato sin dove la mulattiera gli era praticabile, ora un portatore od una guida lo recano a spalle: è una sorta di grande spicchio di doppia tela impermeabile sostenuto da un'armatura di legno solido e leggero. Talora, questi bacini di montagna hanno un'estensione notevole, che può raggiungere centinaia di metri: come pensare di sondarli, di esplorarli con una sonda od un retino lanciati a mano dalla riva, quand'anche la fune sia lunga ed il braccio vigoroso? E chi troverebbe quassù la leggera barca che ha servito per i laghi più bassi ed abitati? Ma il portatore depone l'arnese



Fig. 20. — « ... un portatore o una guida lo recano a spalle... » (la guida Barmaz, con la « Pavesia » ai laghi del Ruitor).



Fig. 21. — « ... talora, questi bacini di montagna hanno un'estensione notevole... » (Laghi Gemelli).

**



Fig. 22. — «... che cosa vanno cercando nelle acque gelide dei laghi alpini?» (Laghetto d'Antillone. Val Formazza, m. 1300).

in questione, lo spiega, ne apre l'armatura di legno e compare una minuscola imbarcazione, leggera e solidissima, in cui possono trovar posto due persone, un vero guscio di noce, solido e sicuro che al tocco di due remi esperti, per quanto piccini, permetterà di compiere, alla superficie delle acque, quelle evoluzioni che bastino ad assicurare allo zoologo l'indipendenza dalle rive e l'appagamento della sua curiosità in merito a quanto si può trovar fuori della portata di una bracciata di fune. Non tutti gli zoologi possono permettersi il lusso di una barca smontabile e trasportabile. Si ricorre allora a qualche espediente che valga a sostituirla, alla meglio. Trattandosi, ad esempio, di calare un retino planktonico nel centro del lago lo si può assicurare ad un canapo che scorra in un galleggiante forato. Quest'ultimo è fornito di due funi, governate da due persone, in punti acconci della riva, così che il retino può esser trascinato in quel punto del laghetto che più interessi il pescatore. Qualora le rive non siano completamente praticabili, il galleggiante può essere munito di una piccola vela latina — espediente che è però assai meno adatto del precedente — e governato controvento. Gli zoologi del futuro si varranno forse di qualche applicazione radiomeccanica...



Fig. 23. — «... è d'uopo percorrere lo specchio sulla barca smontabile...» (Lago Devero, nell'Alta Ossola, m. 1816).

Ma, si domanderà il lettore, che cosa vanno cercando costoro nelle acque gelide dei laghi alpini? E quale interesse fa loro lievi le tante fatiche dell'escursione? Pur riservandoci di parlare un'altra volta partitamente della vita che alligna in così remoto ambiente, ne daremo qui un cenno.

* * *

Non si sospetterebbe di certo, da chi non sia addentro alle segrete cose, che i laghi alpini, le cui acque misurano pochi gradi nei meriggi estivi, che sono gelide e gelate la maggior parte dei mesi dell'anno, albergassero un complesso di organismi viventi la cui abbondanza è talora sorprendente e la cui natura, così come la natura della vita ch'essi conducono, è di tale interesse da giustificare l'attenzione e le cure di una eletta serie di studiosi, in tutte le regioni civili del mondo.

Ma seguiamo le operazioni che dagli zoologi della nostra comitiva vengono compiute al margine del lago. Un retino viene fissato al canapo e gettato con destro slancio del braccio, in acqua. Un retino è una sorta di cono di finissima garza di seta, di quella precisamente che vien usata dai mugnai per l'abburattamento delle farine. La bocca più larga vien tenuta aperta da un cerchio di metallo, fornito di tre anelli da cui tre uguali tratti di fune partono, ricongiungendosi all'inizio del canapo trattore. Altri tre tratti di fune vanno dal cerchio della bocca al cerchio del fondo e tutto è disposto così che il retino sia ben equilibrato e simmetrico e non debba torcersi durante l'impiego. Il modo del funzionamento è intuitivo: esso è una sorta di filtro per le acque, destinato a trattenere gli organismi incontrati durante il suo trascinamento; siffatti organismi sono affatto minuscoli, ecco la ragione della finezza della maglia adoperata. Ma sarebbe scomodo lavare ad ogni pescata il fondo del retino, per toglierne il bottino, ove esso fosse semplicemente fatto a sacco, come le reti per le farfalle, ad esempio. Un semplice dispositivo facilita ed abbrevia queste operazioni. La parte inferiore del retino è pure provvista di un'apertura, abbiamo detto, a questa è adattato, o per cucitura o per incastro od avvitamento su d'una ghiera cucita, un imbuto di cotone terminato da un tubo munito di chiavetta. Il peso di tale imbuto serve ancor meglio al lancio ed alla stabilità del retino. Occhio, dunque! Assicuriamoci che la chiavetta sia chiusa, un buon colpo di polso: la corda si snoda nell'aria, la rete piomba in acqua ed appena essa è scomparsa sotto lo specchio, la fune viene rapidamente salpata, così che il retino non abbia modo d'affondarsi di molto e che giunga a riva senza arresti o retrocessioni. Vien sollevato dall'acqua, con precauzione e tenuto verticalmente: l'acqua sovrabbondante scola, un tubo di vetro viene accostato al tubo di deflusso, sotto l'imbuto, si gira la chiavetta ed il tubo si riempie di acqua un po' torbida in cui nuota, guizza, saltella, s'attorce una vivacissima popolazione di esserini le cui dimensioni vanno dalla capocchia di spillo sino al punto appena percettibile, spesso vivamente colorati, in rosso scarlatto, in bruno, in giallo, talora diafani così da esser notati solo da un occhio esperto.

Sono in prevalenza piccoli crostacei entomostraci, cladoceri, copepodi, che costituiscono, assieme alle loro larve, i componenti macroscopicamente più notevoli del plankton dei laghetti alpini. Il paziente studio al microscopio, le accurate dissezioni al binoculare, ci diranno poi con precisione chi essi siano e sotto quali etichette siano catalogati nel repertorio generale delle conoscenze zoologiche. Ora preme conservarli in modo tale che la loro morte naturale non ne sfiguri l'aspetto e non ne corrompa l'organismo, sciupando il materiale ch'è costato tanta fatica. Soccorre una provvidenziale bottiglietta che non manca mai nel bagaglio del limnobiologo in montagna: alcuni cucchiai di una soluzione acquosa di aldeide formica intorbidano un istante il contenuto del nostro tubo: i moti dei prigionieri dapprima si esasperano, poi rallentano lentamente e s'inizia infine una lenta caduta di cadaveri sul fondo del recipiente; la formalina ha ad un tempo uccisi e mummificati gli organismi prigionieri ed essi si conserveranno così inalterati sin quando piacerà allo zoologo di prenderli particolarmente in esame. Una sorpresa ci attende: quando, ritornati al laboratorio, riapriremo i recipienti del nostro bottino, i colori brillanti che sono la maggior meraviglia di questi animalucoli vissuti in ambienti tanto inospiti, sa-



Fig. 24. — «... un ultimo sguardo alla solenne pace delle altezze...» (Lago Manzina e Pizzo Tresero, m. 3682).



Fig. 25. — «... L'ubicazione del bacino rispetto alla direzione dei venti dominanti...». (Lago Franzei).



Fig. 26. — «... si asporta qualche frammento di roccia del greto e delle pareti circostanti...» (Lago Tignaga, in Val Anzasca, Ossola, m. 2369).

ranno scomparsi e tutto avrà preso una tinta diafana e biancastra. E pensare che talora — osservazione già compiuta dalla Monti a proposito di una specie alpina di *Heterocope* e riconfermata durante le ricerche compiute quest'anno dall'A. sui laghi della Meja, in Vall'Artogna — il retino vien ritirato chiazzato di larghe macchie rosse brillanti, quasi fosse insanguinato, tanto è il numero dei catturati e tanta è la brillantezza del pigmento!

Un particolare, anche questo, di cui lo zoologo deve tener nota sul suo taccuino di viaggio, accanto a tutti quei dati di pressione atmosferica, di temperatura dell'aria e dell'acqua, alla superficie ed al fondo, all'ubicazione del bacino rispetto alla direzione dei venti dominanti, all'entità ed al decorso delle acque affluenti, alle condizioni di illuminazione, accanto insomma a tutte quelle condizioni che caratterizzano il singolo bacino e che hanno — tutte — importanza biologica, come diremo un'altra volta.

Ma una pescata non basta: quante più se ne compiono, tanto meglio sarà conosciuta la fauna del lago; quanto maggior numero d'esemplari d'una medesima specie sarà possibile studiare, tanto più se n'avvantaggerà la precisione e la modernità d'indirizzo della ricerca. È quindi d'uopo buttare più e più volte il retino, da diversi punti della riva, percorrere lo specchio sulla barca smontabile e frugarne ogni regione, pescando sia sul fondo, sia a mezz'acqua, sia alla superficie, sia lungo le rive, sia nel mezzo. Ogni pescata è versata in un tubo distinto: un cartellino scritto a matita e riassumente i dati essenziali della pescata vi è introdotto; una volta ritornati al laboratorio avremo così modo di studiare la fauna del lago distintamente nelle sue diverse regioni, come l'avessimo ancora presente nella realtà e potessimo a piacer nostro e secondo i criteri suggeriti dalla ricerca, passare dalla fauna della superficie a quella del fondo, dalle regioni in ombra a quelle soleggiate. Non è, questa, minuzia soverchia di particolari: è precauzione indispensabile al buon esito della ricerca.

Contemporaneamente a quest'esplorazione della fauna planktonica vengono, da un altro membro della comitiva, accuratamente frugate le rive: vien raccolta la sabbia del greto, o la melma: gettata in un catino pien d'acqua ed esaminata, se alberghi qualche organismo: una piccola rete a sacco, con manico, viene trascinata lungo le rive, a mano: si rivoltano le pietre del greto, si strappano i muschi della riva e si cerca se qualcosa viva fra l'intrico dei loro steli. Si rivolge particolare attenzione alle pietre ed al fondo dei ruscelli influenti, si asportano campioni di sabbia e fango dal fondo del bacino e qualche frammento di roccia del greto e delle pareti circostanti. Un rapido schizzo del paesaggio sul proprio taccuino, una fotografia panoramica e possibilmente un'altra, di pianta, presa dall'alto di qualche vetta vicina, ed il lavoro è finito.

I bagagli si son fatti più pesanti, grevi dell'acqua delle pescate: il discendere sarà meno agevole dell'essere saliti. Un ultimo sguardo alla solenne pace delle altezze, poi gli occhi si fissano sul sentiero e ricomincia la ritmica e misurata fatica del ritorno.

Chi ritornerà più a frugare i segreti zoologici del lago? E che vi troverà egli di nuovo? Poichè anche la vita di queste minuscole dimore è in continuo mutamento, del quale appena ora intravvediamo qualche legge. Ma quanti altri laghi attendono! E quanto lunga sarà l'opera prima che la biologia lacustre dell'alta montagna ci si riveli in tutto il suo interesse!

Ma la montagna, simbolo di ogni altezza, è anche cimento d'ogni tenacia e d'ogni ardire: essa è per i forti e per coloro che non tremano. Ad essi, il premio dell'aver vinto!

Dott. EDGARDO BALDI.

Seguiranno nei prossimi numeri: «La vita negli alti laghi alpini». — «Problemi della biologia dei laghi alpini».



Fig. 27. — «... è d'uopo frugare ogni regione dello specchio...» (Lago Mattmark, nell'alta Valle di Sosa in Cantone Vallese, m. 2123).



Fig. 28. — «... un rapido schizzo del paesaggio sul proprio taccuino...» (Il Lago dei Séracs, al Ruitor).

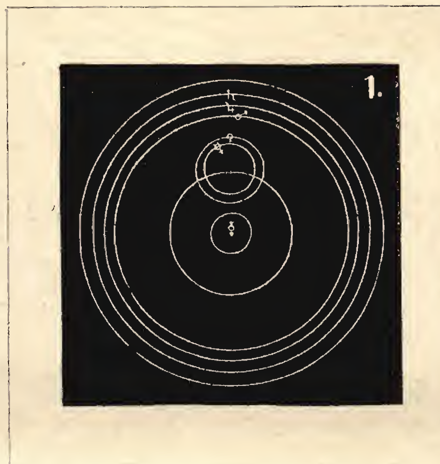
Rapido sguardo alla Storia dell'Astronomia sino a Laplace ed alla sua Teoria della Nebulosa Primitiva

Prima Parte.

1. - Sebbene poco o nulla ci sia pervenuto intorno alle cognizioni astronomiche delle più remote civiltà, è certo che lo spettacolo del Cielo dovette attirare l'attenzione dei primi uomini, specialmente nei paesi dove la limpidezza dell'atmosfera invitava all'osservazione degli astri, ed è certo pure che per molto tempo lo studio del cielo si limitò alle osservazioni delle eclissi, del sorgere e del declinare sull'orizzonte delle principali stelle, del loro occultarsi per effetto della Luna e dei pianeti. Si deduceva il cammino del Sole dal confronto, all'alba, con la posizione delle stelle che ne venivano occultate, e mediante le variazioni delle ombre meridiane dei gnomoni; si determinava il movimento dei pianeti dalle stelle cui essi si avvicinavano nel loro percorso. Per riconoscere tutti questi astri e i loro varî movimenti si divise il cielo in costellazioni, e la zona celeste chiamata *Zodiaco*, da cui il Sole, la Luna e i pianeti allora conosciuti non s'allontanavano mai, fu divisa nelle dodici costellazioni seguenti, note sotto il nome di ***Segni dello Zodiaco***: L'Ariete - Il Toro - I Gemelli - Il Cancro - Il Leone - La Vergine - La Bilancia - Lo Scorpione - Il Sagittario - Il Capricorno - L'Acquario - I Pesci.



L'astrologo (da un quadro di Van Mieris).



Sistema di Marciano Capella (sistema detto anche egizio).



Astronomia - Statua allegorica.

Molte ricerche furono fatte intorno al significato ed all'origine di questi nomi che si trovano assai diffusi tra i primi popoli, senza poter stabilire con sicurezza ove nacque lo « Zodiaco »; taluni di questi nomi sembrano riferirsi al movimento del Sole; così il Cancro (o Gambero) e il Capricorno indicherebbero il movimento retrogrado del Sole nei solstizi, e la Bilancia indicherebbe l'uguaglianza del giorno e della notte all'equinozio di primavera (1). Gli altri nomi dello Zodiaco sembrano riferirsi all'agricoltura ed al clima del popolo ove ebbero origine, che sarebbe, in tal caso, con molte probabilità l'Egitto.

Il popolo chinese è, tra tutti i popoli antichi, il primo che ci abbia lasciato traccia di osservazioni astronomiche. Sebbene per il modo vago con cui sono descritte le prime eclissi osservate, esse non siano interessanti che dal punto di vista cronologico, pure le descrizioni pervenuteci provano che all'epoca dell'imperatore Yao (più di 2000 anni avanti Cristo) l'astronomia vi era coltivata come la base delle cerimonie religiose. Si attribuiva tanta importanza al calendario ed all'annuncio delle eclissi, che per essi si istituì uno speciale « Tribunale ». Sin d'allora si osservavano le ombre meridiane del gnomone ai solstizi, e il passaggio degli astri al meridiano del luogo; si misurava il tempo mediante le clessidre e si determinava la posizione della Luna in rapporto alle stelle durante le eclissi. Dalla riunione di queste osservazioni si era riconosciuto che la durata dell'anno astronomico, o solare, oltrepassava di circa un quarto di giorno i 365 giorni: tale anno incominciava al solstizio d'inverno. L'anno civile era invece lunare, e per ricondurlo all'anno astronomico si faceva uso del periodo di 19 anni solari, corrispondenti a 235 lunazioni (periodo che l'astronomo greco Metone più di sedici secoli dopo, introdusse nel calendario dei Greci). I Chinesi avevano, in luogo dei secolo, un ciclo di 60 anni, e un ciclo di 60 giorni in luogo della settimana; ma questo piccolo ciclo di sette giorni, in uso in tutto l'Oriente, era conosciuto pure dai Cinesi sin dai tempi più remoti.

La divisione della circonferenza, in Cina, fu sempre subordinata alla lunghezza dell'anno, di modo che il Sole descrivesse esattamente un grado al giorno; ma le divisioni del grado, del giorno, dei pesi e di tutte le misure lineari erano decimali.

L'incendio dei libri cinesi, ordinato dall'imperatore Tchi-Hoanti verso l'anno 250 a. C., fece sparire molte osservazioni interessanti; fortunatamente ce ne sono pervenute tre, preziose per la loro antichità; due di esse sono le lunghezze medie del gnomone, osservate con gran cura, nei solstizi d'inverno e d'estate nella città di Lo-Yang; la terza è relativa alla posizione del solstizio d'inverno nel cielo, alla medesima epoca.

L'antichità riguardò il popolo caldeo come il più istruito nella scienza degli astri, ma nessuna notizia diretta ci è pervenuta, poichè a malapena ora si riconosce ove erano costruite le città e i monumenti di quel celebre popolo, e di esso non rimangono che pochi ruderi sparsi e confuse tradizioni. La Scuola Alessandrina, di cui parleremo tra poco, ci ha però trasmesso alcune tra le più importanti osservazioni astronomiche caldee, e cioè: tre eclissi di Luna (osservate a Babilonia negli anni 719 e 720 a. C.); il periodo di 223 mesi lunari dopo il quale la Luna riprendeva la medesima posizione rispetto al Sole ed alla Terra (tale periodo di tempo consentiva di predire le eclissi di un periodo in base alle osservazioni del periodo precedente), ed un calcolo ingegnoso per seguire le principali disuguaglianze del movimento lunare. D'altra parte le opinioni degli astronomi caldei sulle leggi che regolano il sistema del mondo, dalle notizie che ci ha trasmesso Tolomeo (astronomo d'Alessandria d'Egitto - II secolo d. C.), risultano ancora svariatissime ed empiriche.

2. - Assai presto dovette essere coltivata la scienza astronomica presso gli Egiziani; e le loro piramidi, le cui facce sono esattamente orientate verso i quattro punti cardinali, ci fanno pensare che nelle loro osservazioni ci fosse metodo e precisione; ma di esse pure ci è giunto poco, e stupisce il fatto di veder citate dagli astronomi della successiva Scuola Alessandrina in assai maggior numero osservazioni caldee

(1) Per ritrovare esattamente questa corrispondenza bisogna risalire a 15000 anni fa all'incirca, poichè gli equinozi hanno un lento movimento retrogrado sull'eclittica, fenomeno conosciuto sotto il nome di *precessione degli equinozi*. Così, mentre in origine i Segni dello Zodiaco servivano a distinguere le stagioni, lentamente questa corrispondenza venne a mancare. Si osservi poi, che è relativemente recente la nozione del rovimento della Terra intorno al Sole, poichè il moto apparente del Sole intorno alla Terra indusse in errore l'umanità per molti secoli.

che non osservazioni egiziane. Forse ciò è da attribuire alla ritrosia del popolo egiziano nel comunicare le proprie scoperte ai filosofi di una scuola fondata e protetta dai successori di Alessandro il Macedone, dopo che con la sua morte il suo regno era stato diviso in parecchi minori fra cui l'Egitto. Certo è che parecchi filosofi greci, tra cui Talete, Pitagora, Platone, si recarono in Egitto per apprendervi molte di quelle cognizioni che furono la base delle loro successive ricerche e dei loro insegnamenti in patria. Da questi filosofi greci apprendiamo che l'anno civile egiziano era di 365 giorni, diviso in 12 mesi di 30 giorni, con l'aggiunta di cinque giorni complementari (*epagomeni*). La differenza di un quarto di giorno circa dell'anno civile con l'anno siderale (osservato sul passaggio dell'astro Sirio), ed altre differenze nel ritorno delle stagioni, ecc., venivano corrette ad ogni fine di periodi di 1460 anni ciascuno. La nostra êra è incominciata verso il 328º anno di uno di questi periodi, di cui la prima origine è incognita.

Pare che la settimana sia dovuta agli Egiziani, e che la denominazione relativa sia fondata sopra l'ordine seguente di distanza dalla Terra in cui dagli antichi astronomi venivano posti il Sole, la Luna e i pianeti: Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte, Giove, Saturno. Ogni giorno veniva diviso in quattro parti, consacrate ai predetti astri nell'ordine enunciato, ed ogni giorno prendeva il suo nome da quello dell'astro corrispondente alla sua prima parte. Si ha infatti *Lunedì* da *Luna*, Mercurio, Venere, Sole; *Martedì* da *Marte*, Giove, Saturno, Luna; *Mercoledì* da *Mercurio*, Venere, Sole, Marte, ecc. Ritroviamo la settimana con le stesse denominazioni in India, presso gli Arabi, gli Ebrei, gli Assiri, in Cina e in tutto l'Oriente, talchè è impossibile riconoscerne sicuramente l'origine; certo rimane una delle più antiche determinazioni dell'Astronomia.

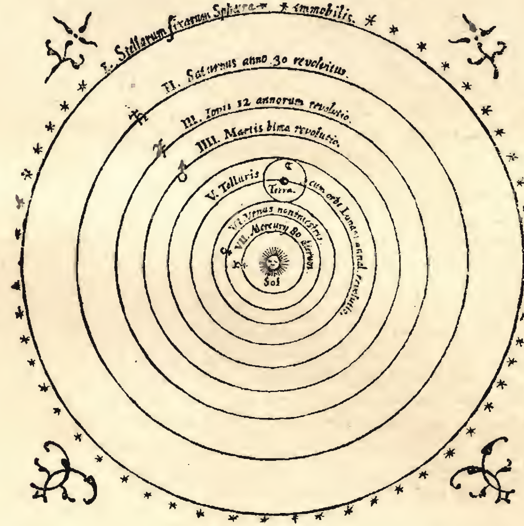


Sistema Tolemaico

L'origine dell'astronomia in Persia e nell'India, come vedemmo presso gli altri popoli già considerati, si perde nelle tenebre della loro storia antica. Le Tavole indiane farebbero supporre un'astronomia molto evoluta sin dai più remoti tempi, ma da uno studio profondo dei risultati riferiti per l'anno 3102 a. C., e per l'anno 1491 a. C., a cui tali Tavole principalmente risalgono, si è creduto di poter asserire che i risultati riguardanti l'epoca più remota furono dedotti dalle osservazioni posteriori, mediante leggi scoperte più tardi sui movimenti del Sole, della Luna e dei pianeti; infatti le nostre osservazioni, incomparabilmente più perfette, non confermano le differenze dei valori relativi alle due epoche accennate, differenze che coincidono invece coi calcoli fatti in base alle leggi indiane. Tutto l'insieme di queste Tavole rende molto probabile l'ipotesi che esse siano state compilate, o per lo meno rettificate, in tempi posteriori. Questo non toglie tuttavia che gli Indiani, anche per lo studio antico dell'astronomia, meritino la riputazione onde godono, e che sin dai tempi dei Greci e degli Arabi fu loro riconosciuta.

I Greci impararono dagli Egiziani a coltivare l'astronomia, e per lungo tempo ne furono i discepoli; anzi le prime scuole greche non offrono osservazioni astronomiche molto serie, ma discussioni e congetture di scarsissimo valore. Nondimeno, in mezzo a tante idee profondamente errate, si trovano barlumi di idee buone e di concezioni maravigliose, che solamente dopo molti secoli della nostra êra poterono affermarsi e divulgarsi. *Talete* (640-548 a. C.) tornato in Grecia dall'Egitto, vi fondò la Scuola Ionica e vi insegnò la sfericità della Terra, l'obliquità dell'eclittica e le vere cause delle eclissi di Sole e di Luna, giungendo persino a predire le eclissi future, indubbiamente servendosi dei metodi e dei periodi comunicatigli dai sacerdoti egiziani. Alcuni tra i suoi discepoli, per aver tentato di popolarizzare tali idee, furono perseguitati dagli ateniesi, che rimproverarono loro di offendere gli Dei col negarne l'influenza per sottomettere i fenomeni della natura a leggi immutabili.

Dalla Scuola Ionica uscì *Pitagora* (569-470) a. C.), che — costretto dalle accennate persecuzioni ad esiliare — fondò in Italia la scuola ben più importante che da lui prese il nome. In essa vi furono sviluppati i concetti di Talete, e si giunse, con maraviglioso intuito, alla conoscenza dei due moti della Terra, intorno al proprio asse e intorno al Sole; si intuì ancora che le comete non sono meteore passeggiere, formantisi nella nostra atmosfera, ma opere eterne della natura, in continuo e ordinato movimento come i pianeti. Pitagora sentì il bisogno di velare queste verità nel loro enunciato, per celarle al pubblico ignorante e superstizioso.



Sistema di Copernico.

Si pensava, ancora, nella medesima Scuola Pitagorica, che i pianeti fossero abitati, e che le stelle fossero dei soli disseminati nello spazio, e centri di altrettanti sistemi planetarî.

Poche osservazioni astronomiche vanta però la Grecia antica; l'unica che ci sia pervenuta è quella del solstizio d'estate dell'anno 432 a. C., studiata da *Metone*, già celebre per aver introdotto nel calendario greco il ciclo dei 19 anni corrispondenti a 235 lunazioni, cui già si è accennato. Più tardi però fu notato che alla fine di un tal periodo il nuovo calendario avanzava di circa un quarto di giorno sulla nuova luna. *Calippo* propose di quadruplicare il ciclo di 19 anni, formando un periodo di 76 anni, alla fine del quale si sarebbe arretrato di un giorno. Questo nuovo periodo fu appunto chiamato «Calippico».

Con la morte del grande capitano e re greco *Alessandro Magno* (356-323 a. C.) si inizia un periodo molto importante nella storia della astronomia; l'Impero di Alessandro fu diviso tra i suoi capitani e l'Egitto toccò a *Tolomeo Soter*, che, amante delle scienze, attirò in Alessandria, capitale dei suoi Stati, un gran numero di sapienti della Grecia. Da lui ebbe inizio la dinastia dei Tolomei, che regnò a lungo sull'Egitto, e quasi tutti questi re furono grandi protettori dell'astronomia, o astronomi essi stessi. Un vasto edificio (contenente un osservatorio e forse la più ricca biblioteca di quei tempi) fu messo a disposizione degli studiosi, e se la famosa biblioteca della Scuola Alessandrina non fosse stata dapprima parzialmente distrutta da un incendio (nel Iº sec. a. C.), durante l'assedio che Giulio Cesare sostenne in Alessandria, indi completamente distrutta col fuoco dagli arabi (VII sec. d. C.), quando questi, esaltati dal loro fanatismo, vollero estendere con le armi la loro religione e cancellare ogni segno delle preesistenti religioni o credenze filosofiche, avremmo certo

nei dati e nelle tabelle raccolte dagli astronomi alessandrini la più ricca fonte dell'antichità.

Gli stessi Arabi, quando posarono le armi, e si diedero con ardore alle scienze e alle lettere, compresero che con quella distruzione irreparabile essi si erano privati del più prezioso frutto delle loro conquiste.

I più celebri astronomi della Scuola Alessandrina furono: *Aristarco di Samo, Eratostene, Ipparco di Nicea* (II sec. a. C.), e Tolomeo (II sec. d. C.) in particolare famosi i due ultimi.

Di Aristarco ci rimane solo un *Trattato delle grandezze e delle distanze del Sole e della Luna*, ove è esposto anche il metodo ingegnoso da lui seguito per determinarle. Egli fu il primo dell'antichità che, considerando come il movimento della Terra non influisca in modo sensibile sulla posizione



Ticho Brae.



Keplero.

apparente delle stelle, le aveva supposte molto lontane da noi, incomparabilmente più lontane del Sole; queste sue opinioni sull'immensità dell'Universo ed altre sul movimento degli astri e della Terra ci furono trasmesse da *Archimede* (geometra siracusano, 287-212 a. C.) in una delle sue più pregevoli opere.

La celebrità di Eratostene è principalmente dovuta alla sua misurazione della Terra, il primo tentativo che ci offre in questo senso la storia dell'astronomia; pare che egli raggiungesse il suo scopo valendosi delle lunghezze meridiane del gnomone nei due solstizii d'inverno e d'estate: in Siene (o Assuan) e in Alessandria. Ma tale misura della Terra lascia la più grande incertezza perchè espressa in *Stadii*, ed è difficile riconoscere quale valore dello stadio fu adottato da Erastotene frammezzo ai numerosi stadii che furono in uso in Grecia. Inoltre Eratostene misurò l'obliquità dell'eclittica, e trovò la distanza dei tropici uguale agli 11/83 dell'intero meridiano; gli astronomi posteriori della Scuola Alessandrina, malgrado nuove osservazioni, non portarono alcuna variazione a tale valore.

Ipparco fu, di tutti gli astronomi dell'antichità, il più preciso osservatore; per il metodo che egli seguì nelle sue ricerche e per le conseguenze che seppe trarre da esse e dai risultati a lui noti delle osservazioni precedenti, ben merita la fama che si ebbe ai suoi tempi e l'omaggio degli astronomi che gli succedettero. Egli determinò la lunghezza dell'anno tropico valendosi degli equinozi, anzichè dei solstizi, e riconobbe così che tale durata è di poco inferiore a 365 giorni e un quarto, e che i due intervalli tra un equinozio e l'altro sono tra loro disuguali, e disegualmente divisi dai solstizi, di modo che passerebbero 94 giorni e mezzo dall'equinozio di primavera al solstizio d'estate, e 92 giorni e mezzo da questo solstizio all'equinozio d'autunno.

Per spiegare queste differenze Ipparco fece muovere il Sole uniformemente sopra un'orbita circolare, ma invece di porre la Terra al centro di questa ne la allontanò della ventiquattresima parte del raggio, e fissò l'apogeo al 6° grado dalla costellazione dei Gemelli; con questi dati formò le prime *Tavole del Sole* di cui si trovi cenno nella storia dell'astronomia; studiò poi a lungo i movimenti della Luna e fece numerose osservazioni anche sopra i pianeti del sistema solare; una nuova stella apparsa a' suoi tempi gli suggerì l'idea di compilare un catalogo degli astri, per mettere la posterità in grado di riconoscere i cambiamenti che l'aspetto del cielo poteva presentare. Ad Ipparco si deve ancora il metodo di fissare la posizione dei luoghi sulla Terra mediante la loro latitudine e longitudine, e l'importante scoperta della lenta ma continua precessione degli equinozi. I numerosi calcoli che queste ricerche esigevano gli fecero perfezionare la trigonometria sferica, allora incompletamente conosciuta, così che le matematiche, oltre all'astronomia, devono riconoscenza a questo paziente studioso.

Quasi tre secoli lo separano dall'altro grande astronomo e matematico *Tolomeo* che nella sua grande opera (« *Almageste* ») continuò e perfezionò le ricerche di Ipparco; egli suppose il Sole, la Luna e i pianeti in movimento intorno alla Terra nell'ordine seguente: Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte, Giove e Saturno; ognuno dei pianeti più lontani del Sole si moveva lungo un *epiciclo* (2) il cui centro descriveva intorno alla Terra una eccentrica, in un tempo eguale al periodo di rivoluzione del pianeta ed il periodo del movimento dell'astro lungo l'epiciclo era quello di una rivoluzione solare; i Pianeti inferiori al Sole si movevano parimente sopra un epiciclo il cui centro descriveva un'eccentrica attorno alla Terra, ma in un tempo eguale al periodo di rivoluzione solare, ed il pianeta percorreva il suo epiciclo in un tempo che, nell'astronomia moderna, è quello della sua rivoluzione intorno al Sole. Nessuna determinazione dava Tolomeo intorno alle grandezze assolute dei cerchi e degli epicicli, mentre dava molti altri particolari attinenti ai fenomeni di congiunzione e di opposizione dei pianeti col Sole.

È strano che Tolomeo non abbia tenuto conto delle ipotesi della Scuola Pitagorica (già enunciate da alcuni precedenti astronomi egiziani) che ponevano il Sole al centro di questi movimenti, risultandone assai semplificate le leggi; ma la cosa parrà meno strana se si rifletta che dopo Tolomeo molti secoli dovettero ancora passare prima che venissero riaffacciate e sostenute le idee della Scuola Pitagorica. Tolomeo aggiunse poi nuove scoperte ed osservazioni alle ricerche di Ipparco sulla teoria della Luna e sulle disuguaglianze dei suoi movimenti, sulla precessione degli equinozi, e sulla posizione degli astri rispetto all'eclittica; portò notevole contributo alla geografia, riunendo e collegando tra di loro tutte le determinazioni di longitudine e di latitudine sino allora conosciute, e gettando i fondamenti del metodo delle proiezioni per la compilazione delle carte geografiche; fu ancora autore di un « *Trattato d'Ottica* », nel quale espose estesamente i fenomeni delle rifrazioni astronomiche, e di diverse opere sulla meccanica, sulla cronologia, la gnonomica e la musica.

Tolomeo fece inscrivere nell'interno di un tempio egiziano gli elementi principali del suo sistema astronomico, che sussistè per ben quattordici secoli, onde la fama di questo grande astronomo rimase immutata per tutta l'êra romana e per tutto il medioevo; con l'opera di Tolomeo ebbe fine lo splendore della Scuola Alessandrina, poichè, sebbene tale scuola vivesse poi ancora per cinque secoli, gli astronomi



Newton.



Laplace.

(2) Per immaginare un epiciclo che abbia per centro la Terra, si deve pensare che sopra una prima circonferenza, di cui la Terra occupi il centro, si muova il centro di una seconda circonferenza, sulla quale si muove il centro di una terza, e così di seguito sino all'ultima circonferenza che l'astro descrive uniformemente. Se il raggio di una di queste circonferenze supera la somma degli altri raggi, il movimento apparente dell'astro intorno alla Terra sarà composto di un movimento medio uniforme, e di parecchie disuguaglianze dipendenti dai rapporti che hanno tra loro i raggi delle diverse circonferenze e le velocità dei movimenti dei loro centri e dell'astro. Si può dunque, variando convenientemente queste quantità, rappresentare tutte le disuguaglianze di tale movimento apparente.

Un'*eccentrica* altro poi non è che una circonferenza il cui centro si muova attorno alla Terra con una velocità più o meno grande, che può anche essere nulla (quando il centro è immobile). Nell'antichità fu opinione generale che il movimento uniforme e circolare, essendo il più perfetto, fosse quello degli astri; questo errore si mantenne sino a Keplero, e arrestò per molto tempo pure le ricerche di questi; anche Tolomeo condivise il principio errato, e in tale ipotesi cercò con gli epicicli e le eccentriche di spiegare le disuguaglianze nel movimento degli astri.

che in essa fiorirono nulla aggiunsero d'importante alle scoperte ed alle osservazioni d'Ipparco e di Tolomeo.

3. - Nel periodo dell'Impero Romano, furono bensì coltivate le lettere, ma poco o nulla le scienze; solo il filosofo *Seneca* (I sec. d. C.) ammiratore e seguace della Scuola Pitagorica, ne ripresentò le idee geniali in alcuni suoi scritti, senza per altro incontrare il favore del pubblico.

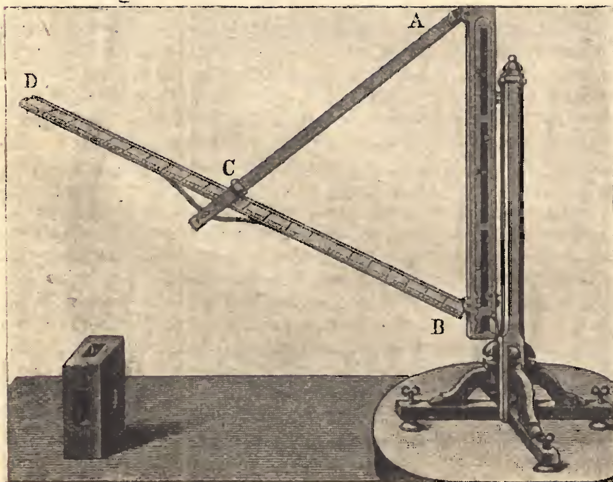
La rovina dell'Impero Romano, e le irruzioni barbariche spensero entro i confini del vecchio impero anche quei pochi barlumi di fervore per le scienze che qua e là nei secoli precedenti si erano manifestati, e per buona parte del medio-evo le tenebre dell'ignoranza e della superstizione avvolsero quasi tutta l'Europa. In quei secoli le scienze furono invece coltivate con molta passione da giovani popoli affacciantisi proprio allora alla storia della civiltà: il popolo arabo e il popolo persiano.

Accortisi della gravissima perdita da essi volontariamente causata con la distruzione della biblioteca di Alessandria, gli Arabi nelle loro successive conquiste imposero ai popoli vinti di consegnar loro i migliori libri di cui fossero forniti, e vennero così a conoscenza, tra le altre, delle opere di Tolomeo; un gruppo di astronomi arabi si riunì per verificare l'esattezza delle Tavole di Tolomeo, e dopo molte accurate osservazioni vi furono portate notevoli correzioni e aggiunte.

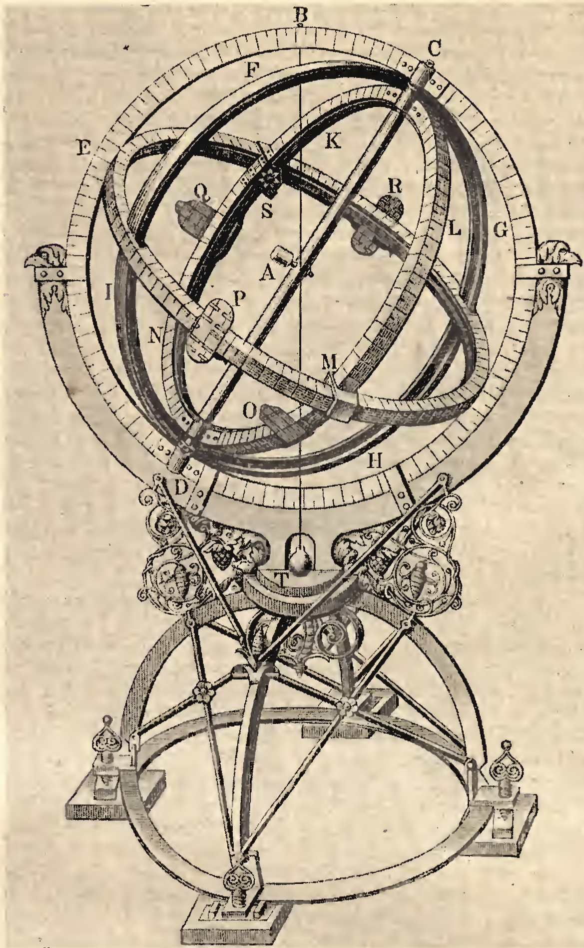
Il numero di astronomi arabi, e di conseguenza la quantità delle loro osservazioni, dal VII all'XI secolo ha del prodigioso; ma non fu da essi aggiunto molto d'importante alle precedenti scoperte, nè fu considerato dal lato filosofico il problema del sistema del mondo. Il bisogno vivo di indagare le cause e le leggi di un fenomeno, e di generalizzarlo, è una tendenza relativamente recente dello spirito umano, e caratterizza gli studiosi dell'Europa moderna.

Il popolo persiano fu per lungo tempo soggetto agli Arabi, ma verso la metà dell'XI secolo riuscì a scuoterne il giogo, e sotto la dinastia susseguente di re persiani questo popolo fiorì a grande civiltà e coltivò pur esso con molta passione le scienze astronomiche. Il suo calendario fu trasformato con l'introduzione ingegnosa di otto anni bisestili, distribuiti in un periodo di 33 anni, intercalazioni che l'astronomo italiano Domenico Cassini alla fine del secolo XVII propose come più esatta e più semplice dell'intercalazione gregoriana, ignorando che i Persiani già da molto tempo ne avevano fatto uso. Agli astronomi persiani dobbiamo il miglior catalogo di stelle e le migliori tavole astronomiche che si siano compilate prima del risveglio degli studii scientifici in Europa.

Anche la storia dell'America, prima della sua conquista per opera degli Spagnuoli, ci offre qualche traccia di osservazioni astronomiche; i Messicani avevano, invece della settimana, un piccolo periodo di cinque giorni; i loro mesi erano di venti giorni, e diciotto di questi mesi formavano il loro anno, che cominciava al solstizio d'inverno, ed al quale essi aggiungevano cinque giorni complementari. Si crede inoltre che mediante la riunione di 104 anni essi formassero un gran ciclo nel quale intercalavano 25 giorni, e ciò farebbe supporre osservazioni abbastanza precise, perchè tale durata dell'anno sarebbe più esatta di quella stabilita da Ipparco, e, cosa strana, coinciderebbe quasi con la durata dell'anno trovata dagli Arabi. Ciò ha fatto pensare a qualcuno che tale determinazione non sia opera dei Messicani, ma sia stata loro importata, da qual popolo e con qual mezzo, non si saprebbe dire.



Triquetrum lineare parallatico di Copernico (per misurare angoli nel cielo).



Spera armillare ideata da Ticho Brae.

4. - L'Europa moderna deve principalmente agli Arabi (che erano riusciti a stabilirsi in Spagna) i primi raggi di luce che hanno dissipato le tenebre in cui rimase avvolta per più di dodici secoli.

Alfonso, re di Castiglia, e Federico II, imperatore di Germania (fine del XII secolo e XIII secolo) furono i primi sovrani che incoraggiarono l'astronomia rinascente in Europa. A Federico è dovuta l'iniziativa della prima traduzione dell'*Almageste* di Tolomeo (traduzione che si fece sulla versione araba) ed all'astronomo della Polonia tedesca, *Nicolò Copernico* (1473-1543) sono dovute le prime idee geniali sulla costituzione dell'Universo.

Questo grande astronomo che preparò il terreno alle future decisive scoperte, e che morì prima di essere testimonio del successo delle sue idee, si iniziò nelle scienze astronomiche e nei metodi di ricerca allora in uso in Italia, a Bologna. Ottenne in seguito un posto di professore a Roma, ove fece parecchie osservazioni, ed infine ritornò in patria, dove ottenne da uno zio vescovo un canonicato. Fu durante questo tranquillo soggiorno che egli stabilì la sua teoria del sistema solare, frutto di trentasei anni di osservazioni e di meditazioni; poco soddisfatto della complicazione degli epicicli e delle eccentriche, ideati da Tolomeo, cercò negli antichi filosofi una disposizione più semplice dell'Universo e fu colpito dalle idee della Scuola Pitagorica che gli parvero le più consone ad un ordine generale di movimenti periodici regolati da una sola legge.

Copernico ebbe la costanza di applicare tali teorie alle numerose osservazioni astronomiche che erano a sua conoscenza, ed ebbe la soddisfazione di vederne continuamente la conferma; gli riuscì in conseguenza di sopprimere molti dei cerchi ideati da Tolomeo, e di spiegare tutte le singolarità dei movimenti dei pianeti mediante la combinazione della loro rivoluzione intorno al Sole con la rotazione intorno al proprio asse; ne dedusse inoltre le dimensioni rispettive delle orbite dei pianeti del sistema solare, dimensioni sino ad allora sconosciute. Pubblicò tutte queste sue scoperte nell'o-

pera: «*Sulle rivoluzioni celesti*», presentandole al pubblico come semplici ipotesi, considerate all'unico scopo di semplificare la teoria dei movimenti, perchè sapeva di offendere le idee religiose di quei tempi, e di prepararsi aspre contestazioni, se pur non lo minacciavano gravi condanne. Le une e le altre non gli toccarono, sia per la forma da lui data all'esposizione delle sue idee, sia perchè morì poco dopo che l'opera sua uscì stampata; ma tale sorte toccò, come è ben noto, all'astronomo italiano *Galileo*, ai cui lavori ed alle cui sventure si deve principalmente se le idee di Copernico si diffusero ed incontrarono favore.

Galileo Galilei (1564-1642) non appena ebbe sentore delle prime esperienze col telescopio, si pose a perfezionarlo, e mediante il nuovo strumento così perfezionato potè scoprire i quattro satelliti di Giove, che gli confermarono l'analogia della Terra con gli altri pianeti; indi potè riconoscere le fasi di Venere, e non dubitò più allora del movimento dei pianeti — la Terra compresa — intorno al Sole. Potè inoltre osservare le stelle della Via Lattea, le montagne della Luna, le macchie e la rotazione del Sole, le particolarità dell'anello di Saturno. Applicando tutte queste scoperte, egli ne dedusse i movimenti della Terra intorno al proprio asse e intorno al Sole; ma tali idee furono dichiarate contrarie ai dogmi della Chiesa cattolica, e Galileo, citato al tribunale dell'Inquisizione, fu costretto a ritrattare le sue teorie per sfuggire alla prigione.

Pieno di entusiasmo, e sempre più convinto di essere nel vero, Galileo si propose in seguito di sviluppare le proprie teorie e di darne prove inconfutabili senza più incorrere nei giudizi contrarii del Tribunale dell'Inquisizione. Immaginò perciò un dialogo fra tre interlocutori, di cui uno solo difendeva il sistema copernicano; ma il modo brillante col quale tutte le argomentazioni contrarie a tale sistema erano controbattute in questi celebri «*Dialoghi*» colpì naturalmente l'opinione pubblica, e risvegliò di nuovo l'Inquisizione, così che Galileo, all'età di settanta anni, fu nuovamente citato, poi chiuso in una prigione, dalla quale non lo si tolse se non dopo averlo costretto a firmare una vergognosa abiura dei suoi scritti, e di aver accettato di non allontanarsi da Firenze, ove rimaneva sotto il controllo dell'Inquisizione. Galileo però continuò nelle ricerche per conto proprio, e stava occupandosi delle diseguaglianze del sistema lunare, quando fu colpito dalla cecità, terribile sciagura per chi da tanti anni amava scrutare il cielo per strappargliene i segreti! Tre anni dopo moriva, rimpianto dagli scienziati di tutta l'Europa, che finalmente apriva gli occhi al vero sulla costituzione dell'Universo, principalmente per i lavori di Galileo, limpidi e convincenti.

Contemporaneamente in Germania *Keplero* (1571-1631) sviluppava le leggi dei movimenti planetarii, traendo frutto dalle preziose osservazioni dell'astronomo norvegese *Ticho-Brahé* (1546-1601); questi per ben ventun anni da un celebre osservatorio (chiamato Uranibourg) che il suo imperatore Federico gli fece costruire sopra una piccola isola all'entrata del Mar Nero, accumulò pazienti e precise osservazioni e fece importanti scoperte sui movimenti della Luna, sulle orbite delle comete e dei pianeti. Però questo grande osservatore che portò un contributo utilissimo all'Astronomia, non fu un buon filosofo di tal scienza, e, come la maggior parte dei suoi contemporanei, suppose la Terra immobile nel centro dell'Universo. Keplero gli fu allievo negli ultimi suoi anni, ma dotato di un ingegno vivo e di una fervida immaginazione, più che continuare le pazienti ricerche del suo maestro cercò di trar profitto dai risultati delle di lui osservazioni per dedurne una concezione dell'Universo che lo soddisfacesse, e le leggi principali dei movimenti dei pianeti. Dalla sua fantasia fu portato anche a concezioni chimeriche, in seguito dimostrate senza fondamento, ma a lui son dovute tre delle più importanti scoperte che si traducono nelle tre leggi seguenti:

1.° - I pianeti descrivono delle curve piane, ed i loro raggi vettori descrivono delle aree proporzionali ai tempi. — 2.° - Le orbite planetarie sono delle ellissi, delle quali il Sole occupa uno dei fuochi. — 3.° - I quadrati dei tempi delle rivoluzioni sono proporzionali ai cubi dei grandi assi delle orbite.

Certo Keplero non avrebbe potuto giungere a questi importanti risultati se Copernico, Ticho-Brahé e gli studii dei Greci sulle sezioni coniche e in particolare sull'ellisse non gli avessero spianata la via; nondimeno solo una mente geniale come la sua avrebbe potuto collegare tante osservazioni e tanti disparati elementi per trarne leggi maravigliose nella loro semplicità e generalità. Le sue idee fantastiche riguardo alle comete, alla disposizione del sistema solare, alla causa motrice dei pianeti, ecc., non consentirono molta fiducia alle sue pubblicazioni, sì che gli astronomi della sua epoca non ricavarono dalle sue scoperte quei vantaggi che ne avrebbero potuto trarre, e le leggi di Keplero furono ammesse dalla generalità solo dopo che Newton ne fece la base della sua teoria del sistema del mondo.

Le scienze devono ancora a Keplero utili lavori sull'Ottica, sulla teoria del telescopio, ch'egli perfezionò, e la pregevole opera «*Stereometria doliorum*» ove egli espose sull'infinito, idee che influirono assai sui progressi della geometria alla fine del secolo XVII.

I lavori di Keplero e di Galileo furono seguìti da altri notevoli di *Huyghens* (astronomo olandese: 1629-1695) che perfezionando considerevolmente la teoria e la pratica del telescopio, ed applicando il pendolo agli orologi, portò un notevolissimo vantaggio all'astronomia e alla geografia. Per mezzo degli eccellenti obbiettivi che egli riuscì a costruire, scoperse i satelliti di Saturno, e pure nei campi della geometria, della meccanica e dell'ottica fece importanti scoperte, tali che se egli avesse saputo opportunamente coordinarle, avrebbe strappato a Newton il merito delle sue teorie sui moti curvilinei, e sulla gravità universale.

Nella stessa epoca *Hevelius* si rese celebre per un numero grandissimo di osservazioni astronomiche, non tutte però così precise da portare un contributo veramente utile all'astronomia moderna.

Fu allora che l'astronomia prese nuovo slancio dallo stabilirsi e dallo svilupparsi delle società scientifiche, in particolar modo dell'Accademia delle Scienze di Parigi, e della Società Reale di Londra. La prima fu creata nel 1666 da Luigi XIV che presagì la gloria che le scienze e le arti dovevano portare al suo regno; egli invitò parecchi illustri scienziati stranieri nella sua capitale, e vi aderirono tra gli altri *Huyghens* e *Domenico Cassini* (astronomo italiano: 1625-1712) che per quarant'anni arricchì l'astronomia di moltissime scoperte, quali la teoria dei satelliti di Giove e di Saturno, la teoria della rotazione di Giove e di Marte, e dei movimenti della Luna.

La Società Reale di Londra fu fondata qualche anno prima della Accademia di Francia, ma fiorì principalmente nel XVIII secolo, e fra gli astronomi celebri che da essa uscirono ricorderemo: *Newton* a cui fu riservata la gloria di farci conoscere il principio generale dei movimenti celesti, *Hamsteed*, grande osservatore, *Halley*, illustre per i suoi viaggi e per i suoi studii sulle comete, e *Bradley*, osservatore abilissimo, le cui Tavole astronomiche sono di una completezza e precisione utilissime. Contemporaneamente *Lacaille* in Francia e *Mayer* in Germania, dopo laboriosi calcoli e pazienti osservazioni, compilavano ottime tavole astronomiche e cataloghi di stelle, che insieme con quelle di Bradley fissavano con molta esattezza lo stato del cielo verso la metà del XVIII secolo.

Newton, il celebre matematico, fisico ed astronomo che meglio d'ogni altro seppe trar partito dalle scoperte e dai lavori dei suoi predecessori e da quelle contemporanee, in ogni ramo delle scienze matematiche, dell'astronomia e della meccanica celeste, nacque a Woolstropp in Inghilterra nel 1642, lo stesso anno in cui morì Galileo. Ancora molto giovane fu nominato professore di matematica all'Università di Cambridge, e nel 1688 fu eletto dai membri dell'Università a loro rappresentante; nel 1705 fu eletto presidente della Società Reale di Londra, carica che tenne fino alla sua morte nell'anno 1727. Durante tutta la sua lunga e utile vita egli godette della più alta considerazione nella patria sua ed all'estero, ed alla sua morte gli furono tributati solenni onori.

Fu nel 1666 che Newton, stando a riposo in campagna, diresse per la prima volta il suo pensiero al sistema del mondo. Paragonando i risultati delle esperienze di Galileo sulla caduta dei gravi con le conseguenze delle leggi di Keplero, dopo molti vani tentativi gli riuscì di scoprire che i pianeti, qualora fossero trattenuti nella loro orbita dalla sola forza di gravità supposta inversamente proporzionale ai quadrati delle loro distanze, descriverebbero precisamente delle ellissi, di cui il Sole occuperebbe uno dei fuochi. Verificò poi tale condizione di movimento tra la Luna e la Terra, e in generale tra i satelliti ed i loro pianeti, e con esperienze molto precise, divenute celebri e più volte ripetute, si convinse che la medesima forza d'attrazione agisce tra due qualsivoglia masse materiali, o due qualsiansi molecole di materia, in proporzione diretta della loro massa, ed in proporzione inversa del quadrato della loro distanza. Nel 1687 pubblicò i risultati delle sue ricerche nell'opera famosa «*Principii matematici della filosofia naturale*».

Dal confronto della grandezza delle orbite dei satelliti con

la durata delle loro rivoluzioni dedusse le masse e le densità relative del Sole, dei pianeti accompagnati da satelliti, nonchè il valore della gravità alla loro superficie. Come conseguenza del principio ora enunciato, dell'attrazione universale, Newton provò che il movimento di rotazione della Terra dovette appiattirla ai poli, che la gravità diminuisce dai poli all'equatore, che l'azione del Sole e della Luna sullo sferoide terrestre deve produrre un movimento angolare nell'asse di rotazione della Terra, far retrocedere gli equinozi sull'eclittica, determinare il flusso e il riflusso (maree) delle acque del mare, e produrre nel moto della Luna le ineguaglianze più volte constatate dagli osservatori anche più remoti. Però egli suppose i pianeti omogenei, e non potè che abbozzare talune di queste verifiche importanti, perchè la geometria e il calcolo infinitesimale non erano ancora giunti a un grado di perfezione tali da consentire di portare a termine tutte le ricerche intraprese. Ma lo sviluppo di tali verifiche e delle conseguenze del fondamentale principio, stabilito da Newton, fu l'opera dei successori di questo gran matematico.

Quasi cinquant'anni passarono dopo la scoperta della legge della gravitazione universale senza che nulla d'importante vi fosse aggiunto; ci volle tutto quel tempo perchè quella grande verità fosse generalmente compresa ed ammessa, e perchè il sistema stabilito da Copernico, Galileo, Keplero e Newton trionfasse sopra ogni altro.

È principalmente ai geometri francesi ed agli incoraggiamenti della citata Accademia di Parigi che sono dovuti i numerosi sviluppi della scoperta di Newton e delle sue applicazioni in ogni ramo dell'astronomia. Uno dei più importanti problemi da essi affrontato, è quello noto sotto il nome di «Problema dei tre corpi», che studia il moto di tre o più punti materiali che si attraggono secondo la legge di Newton.

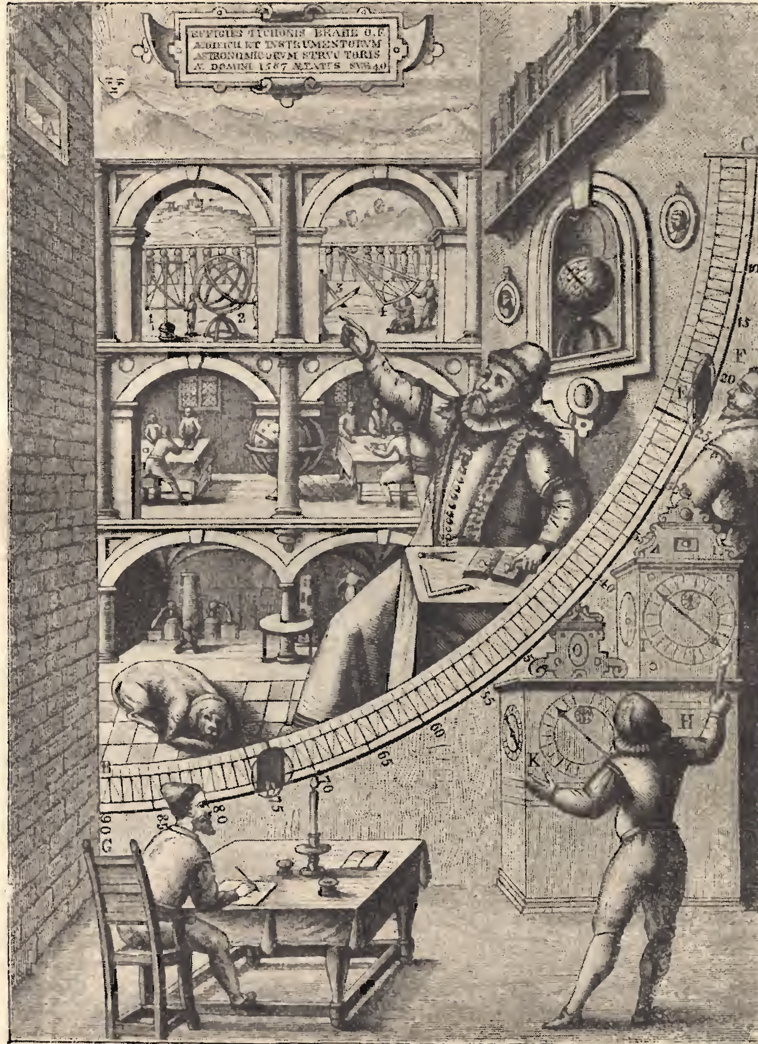
Per le immense difficoltà che presentò agli studiosi, tale problema divenne oggetto di speculazione scientifica, di lunghe e faticose ricerche da parte di tutti i sommi matematici ed astronomi da *Clairaut* (1713-1765) a quelli dei giorni nostri, ed ha superato per fama, per importanza, per l'immenso campo di applicazioni, i più classici problemi dell'antichità. Dopo più di un secolo e mezzo di studî si è giunti a trovarne una soluzione generale, totalmente analitica, ma resta aperto ancora un largo campo di investigazioni ai matematici ed ai fisici.



Copernico.



Galileo.



Grande quadrante a muro ideato da Ticho Brae.

Con l'opera citata dei *Principii* e con il *Trattato sull'Ottica*, pure notevolissimo, Newton diede ai suoi contemporanei la miglior prova della utilità del *metodo induttivo* nelle ricerche scientifiche, metodo che nel secolo precedente era stato propugnato con tutta la forza della ragione e della eloquenza dal filosofo inglese *Bacone*. I filosofi dell'antichità, seguendo la via opposta, immaginavano cause generali da cui dipendesse ogni cosa, cause che dovettero spesso adattare a contorcimenti punto convincenti per dedurne la spiegazione dei fenomeni osservati; tale metodo che originò quasi sempre, nei tempi antichi sistemi fantastici e vani, fu seguito pure, in tempi abbastanza recenti, da *Descartes* (filosofo, fisico e geometra francese, 1596-1650). Ma con lui non ebbe miglior successo, e la sua teoria sui sistemi di vortici per spiegare i movimenti celesti, sebbene ingegnosa, è priva di ogni serio fondamento. Dopo i lavori di Newton tale metodo venne quasi del tutto abbandonato, ed al metodo induttivo è dovuta la maggior parte delle successive pregevoli opere di matematica e di fisica.

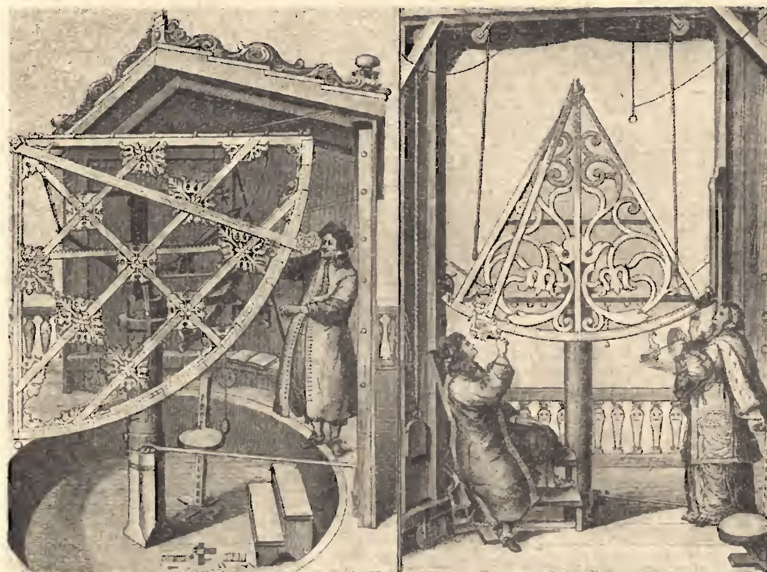
Nella seconda metà del secolo XVIII le ricerche e le osservazioni astronomiche furono proseguite ovunque con fervore, ed i principali risultati cui si pervenne furono: le misure dei gradi dei meridiani terrestri e delle oscillazioni pendolari, ripetute in diverse parti della Terra, (osservazioni di cui la Francia diede l'esempio, misurando l'arco totale di meridiano che l'attraversa, e inviando degli accademici verso il Nord e all'Equatore per misurarvi la lunghezza di questi gradi e l'intensità della gravità), l'arco di meridiano compreso tra Dunkerque e Formentera, determinato per mezzo di osservazioni molto precise e posto a base dell'attuale sistema di mi-

sura, i viaggi intrapresi per osservare i due passaggi di Venere dinanzi al Sole nel 1761 e nel 1769, e la conoscenza molto approssimata delle dimensioni del sistema solare, frutto di questi viaggi, l'invenzione delle lenti acromatiche, degli orologi marini, e del cerchio ripetitore, inventato da *Mayer* e perfezionato da *Borda*, la compilazione, per opera di Mayer, di Tavole lunari, sufficientemente esatte per poter servire alla determinazione delle longitudini sul mare, la scoperta del pianeta Urano, fatta da Herschell nel 1871, quella dei suoi satelliti e di nuovi satelliti di Saturno, dovuta al medesimo osservatore.

Il secolo XIX cominciò sotto gli auspicî più favorevoli per l'Astronomia; il suo primo giorno fu notevole per la scoperta del pianeta Cerere, fatta dall'astronomo Piazzi a Palermo, e questa scoperta fu ben presto seguìta da quelle di altri tre pianeti, Giunone, Pallade e Vesta, dovute agli astronomi *Olbers* e *Harding*.

Alla seconda metà del secolo XVIII ed alla prima del XIX appartiene *Simone Laplace* (geometra e astronomo francese, 1749-1827) al quale si arresta questa breve storia dell'astronomia, per studiare un po' a fondo la sua « *Teoria della nebulosa primitiva* » che, benchè recentemente osteggiata da qualche astronomo, rimane pur sempre la teoria che spiega in modo più soddisfacente la genesi e la formazione del nostro sistema solare.

A Laplace son dovuti molti lavori pregevoli di matematica e fisica, tra gli altri alcuni studî importanti attinenti al Problema dei tre corpi, ma la sua fama mondiale posa sull'opera veramente immortale « *Esposizione del sistema del Mondo* », ove in forma limpida e piana riassume tutti i progressi e le scoperte che furono fatte nel campo dell'astronomia, sia dal lato scientifico che filosofico, per terminare con l'esposizione della sua teoria e suffragarla di molti argomenti che le dànno valore di più che semplice ipotesi.



1. Grande quadrante di Hevelius. — 2. Grande ottante di Hevelius (per misurare l'altezza degli astri sull'orizzonte o la loro reciproca distanza angolare).

Seconda Parte.

Considerando con attenzione il sistema solare, si trovano tra i suoi elementi dei rapporti generali che non possono essere effetto del caso, ma che indicano una causa generale che ne ha determinati tutti i movimenti. Infatti tutti i pianeti si muovono intorno al Sole nel medesimo verso (1) e quasi nel medesimo piano; i satelliti si muovono intorno ai loro pianeti pure nel medesimo verso e press'a poco nel medesimo piano in cui si muovono i pianeti; infine il Sole, i pianeti e i satelliti ruotano intorno a se stessi nel senso e, a un dipresso, nel piano dei loro moti di rivoluzione, avendosi così complessivamente più di quaranta movimenti conosciuti diretti nel medesimo verso e i cui piani hanno quasi tutti inclinazioni di pochi gradi sul piano dell'equatore solare, nessuno inclinazione notevole.

Un altro fenomeno egualmente importante e generale è la piccola eccentricità delle orbite dei pianeti e dei satelliti del nostro sistema solare, mentre le orbite delle comete sono molto allungate e il verso del loro movimento non è costante; non si hanno esempi di eccentricità medie nei moti planetarii, ed è logico quindi pensare che una causa generale ha determinato la forma quasi circolare di tali orbite, mentre quelle delle comete sembrano, per eccentricità ed inclinazione, non obbedire ad una legge comune.

Qualunque sia la natura della causa che ha originato il nostro sistema solare, essa deve aver inclusi tutti gli elementi di tal sistema, e, considerata l'enorme distanza che ne separa taluni, non può che essere stato un fluido di estensione immensa, fluido che doveva in origine circondare il Sole come un'atmosfera, se ha determinato in tutti i pianeti movimenti quasi circolari e nel medesimo senso attorno al Sole. È logico quindi supporre che per causa di un fortissimo calore l'atmosfera solare si sia dapprima estesa al di là delle orbite di tutti i pianeti, e che essa si sia poi successivamente ritirata sino agli attuali suoi limiti.

Nello stato primitivo in cui viene così immaginato, il Sole rassomiglia a quelle nebulose che il telescopio rivela composte di un globo centrale, più o meno brillante, circondato da una nebulosità luminosa che, condensandosi alla superficie, lo trasforma in stella. Se per analogia si immaginano formate in egual modo tutte le stelle, si può immaginare il loro stato anteriore di nebulosità, preceduto a sua volta da altri stati nei quali la materia nebulosa era di più in più diffusa, e il globo centrale sempre più piccolo e sempre meno luminoso. Si arriva così, risalendo quanto più lontano è possibile, ad una nebulosa talmente diffusa che a mala pena se ne saprebbe immaginare l'esistenza.

Tale è del resto il primo stato delle nebulose che Herschell osservò con particolare cura per mezzo dei suoi potenti telescopi, e nelle quali egli seguì il processo di condensazione, non su una sola, naturalmente, non potendo l'incremento di tale processo divenir sensibile per noi che dopo secoli, ma sopra il loro insieme, press'a poco come, in una vasta foresta, si può valutare e seguire la crescita degli alberi sopra gli individui di varie età che essa comprende. Da molto tempo la disposizione particolare di qualche stella visibile ad occhio nudo ha colpito degli osservatori filosofi; Mitchel già osservò come sia poco probabile che le stelle di « Pleiade », ad esempio, siano riunite nel ristretto spazio che le racchiude per opera del solo caso; ed egli concluse che questo gruppo di stelle e i gruppi consimili che il cielo ci presenta sono effetti di una causa primitiva, o di una legge generale della natura, e che assai probabilmente sono il risultato necessario della condensazione di nebulose a parecchi nodi. Così la condensazione di nebulose a due nodi darà origine a due stelle molto vicine, rotanti l'una attorno all'altra, quali si presentano le stelle doppie di cui già furono riconosciuti i rispettivi movimenti.

Partendo ora dalla nebulosa primitiva, vediamo di spiegarci le sue successive trasformazioni, e di assicurarci che esse verificano quelle condizioni che abbiamo riconosciute nel nostro sistema solare. Se tutte le molecole di un ammasso di materia luminosa si riuniscono a poco a poco, per effetto della loro condensazione, a formare una massa liquida o solida, questa massa potrà risultare immobile se tutte le molecole della nebulosa in origine erano in riposo; ma acquisterà certo un movimento di rotazione se le molecole della nebulosa formavano in origine parecchi globi centrali, che con le loro reciproche attrazioni determinavano moto di rotazione. Il caso di un sistema di molecole primitivamente in riposo e che abbandonate alla mutua attrazione finisca col formare una massa immobile è pochissimo probabile, perchè la forza viva del sistema, anche se nulla dapprima, aumenta poi per il riavvicinamento delle molecole, venendo ad aumentare la

(1) Per conoscere il verso di un dato movimento rispetto a quello di rotazione del Sole, si deve immaginare di far coincidere il piano del movimento considerato con quello dell'equatore solare, con un'opportuna rotazione intorno alla intersezione dei due piani, in modo che coincidano anche i versi dei due movimenti. Se per ottenere ciò si è dovuto far ruotare il primo piano di un angolo minore di 90°, il verso del movimento considerato è il medesimo di quello del Sole, mentre se si è dovuto far ruotare il primo piano di un angolo maggiore di 90°, il movimento considerato è opposto al verso del movimento solare.

loro forza d'attrazione, cosicchè questa sola forza basterebbe a spiegare il determinarsi di movimenti entro la massa condensantesi. I soli elementi che devono sempre essere nulli sono: il movimento del centro di gravità, e la somma delle proiezioni, sopra un qualsivoglia piano passante per quel punto, delle aree descritte attorno a questo punto da tutte le molecole.

È dunque molto probabile che man mano che il raffreddamento restringe la primitiva nebulosa attorno al suo globo o ai suoi globi centrali, si vada in essa determinando o accentuando un moto di rotazione il cui equatore sarà il primitivo piano passante per il centro di gravità e corrispondente al massimo delle aree, e in modo che sia soddisfatto il principio delle aree ora esposto; principio dal quale si deduce che la rotazione sarà tanto più rapida quanto più la molecola rotante è vicina al centro di gravità. Ma aumentando la velocità della molecola rotante, aumenterà pure la forza centrifuga che viene ad esserne determinata, e ciò per il principio della reazione uguale e contraria all'azione; e quando tal forza centrifuga uguaglierà la forza di gravità del centro d'attrazione, la molecola si staccherà dall'atmosfera del globo centrale, poichè è noto che il limite dell'atmosfera di un astro è la superficie in tutti i punti della quale la forza centrifuga dovuta al moto di rotazione eguaglia la gravità. Supponendo dunque, come è naturale ammettere, che l'atmosfera del Sole in un'epoca remotissima si sia estesa sino agli estremi del nostro sistema, tale atmosfera dovette, raffreddandosi e restringendosi, abbandonare le molecole situate ai successivi tali limiti determinati dall'accelerazione della rotazione della massa solare. Queste molecole abbandonate hanno continuato a ruotare attorno a questo astro, poichè la loro forza centrifuga era uguagliata dalla forza di gravità; e molto probabilmente per la loro susseguente condensazione e per l'attrazione mutua delle loro molecole, queste zone di molecole abbandonate si sono riunite a formare diversi anelli concentrici di vapori, rotanti intorno al Sole, accelerando le une molecole, ritardando le altre la loro velocità angolare. Se tutte le molecole di un anello di vapori avessero continuato a condensarsi senza staccarsi, esse avrebbero alla fine costituito un anello liquido o solido; ma la regolarità che questa formazione esige in tutte le sue parti per tutto il periodo di raffreddamento, ha dovuto rendere questo fenomeno assai raro; infatti il nostro sistema solare non ce ne offre che un solo esempio, quello degli anelli di Saturno. Quasi sempre ogni anello di vapori ha finito con lo spezzarsi, suddividendosi in parecchie masse che, ruotando a velocità pochissimo differenti tra loro, hanno continuato a girare attorno al Sole. Queste masse poi dovettero assumere una form asferoidale con un movimento di rotazione diretto nel senso della loro rivoluzione, poichè le loro molecole inferiori avevano una velocità effettiva minore di quella delle molecole superiori; esse formarono quindi altrettanti pianeti allo stato di vapori. Ma se una di tali masse fosse stata sufficientemente potente da riunire successivamente con la propria forza d'attrazione tutte le altre viciniori attorno al suo centro, l'anello di vapori sarebbe stato trasformato in una sola massa sferoidale di vapori, muoventesi attorno al Sole con una rotazione diretta nel senso della sua rivoluzione.

Quest'ultimo caso è stato il più comune; nondimeno il sistema solare ci offre il primo caso nei quattro piccoli pianeti che si muovono tra Giove e Marte, a meno che non si supponga, con Olbers, che essi formavano primitivamente una sola massa planetare, che una forte esplosione divise poi in parecchie parti, animate da velocità differenti.

Se noi seguiamo ora i cambiamenti che un ulteriore raffreddamento dovette produrre nei pianeti in vapore di cui testè abbiamo immaginata la formazione, vedremo nascere nel centro di ognuno di essi un nucleo ingrossantesi incessantemente per la condensazione dell'atmosfera che lo circonda. In questo caso il pianeta assomiglia esattamente al Sole nello stato di nebulosa quale noi l'abbiamo considerato. Il raffreddamento successivo deve produrre ai diversi limiti della sua atmosfera fenomeni simili a quelli che abbiamo descritti, cioè anelli e satelliti giranti attorno al suo centro, nel senso del suo movimento di rotazione e ruotanti nel medesimo verso su sè stessi. La distribuzione regolare della massa degli anelli di Saturno attorno al suo centro e nel piano del suo equatore risulta naturalmente in questa ipotesi, e senza di essa diviene inesplicabile; anzi tutti i fenomeni singolari rilevati al principio di questa seconda parte nei movimenti dei pianeti del nostro sistema solare risultano conseguenze logiche dell'ipotesi ora annunciata, e le conferiscono una grande verosimiglianza.

Se il sistema solare si fosse formato con una perfetta regolarità, le orbite dei corpi che lo compongono sarebbero dei cerchi, i cui piani, come quelli dei diversi equatori e degli anelli, coinciderebbero col piano dell'equatore solare; ma non è difficile immaginare che le innumeri differenze che dovettero esistere nella temperatura e nella densità delle diverse parti di queste grandi masse furono altrettante cause di perturbazione della regolarità dei movimenti, producendo le eccentricità delle orbite e le deviazioni dei movimenti dal piano dell'equatore solare.



La nebulosa d'Orione.

Nell'ipotesi ora enunciata, le comete sono estranee al sistema planetario; si può considerarle come piccole nebulose, erranti di sistema in sistema solare, e formate dalla condensazione della materia nebulare sparsa con tanta profusione nell'Universo. Quando queste piccole nebulose arrivano nella parte dello spazio dove l'attrazione solare è predominante (sfera d'attività del Sole) esse sono costrette a descrivere delle orbite ellittiche o iperboliche, la cui inclinazione al piano equatoriale del Sole ed il cui verso di movimento rispetto al movimento del Sole non sono regolati da legge alcuna, come si è riconosciuto infatti mediante le osservazioni astronomiche. La grande eccentricità delle orbite delle comete è ancora una conseguenza dell'ipotesi formulata: infatti, se queste orbite sono ellittiche esse sono molto allungate perchè i loro grandi assi sono almeno uguali al raggio di attività del Sole; se tali orbite sono iperboliche e gli assi delle loro iperboli non sono molto grandi rispetto alla distanza media del Sole dalla Terra, il movimento che le comete descrivono risulterà sensibilmente iperbolico, mentre sinora nessuna delle molte comete osservate ha dato l'impressione di muoversi lungo un'iperbole, così che bisogna supporre che i casi in cui le comete descrivono iperbole di forma sensibile sono estremamente rari, mentre sono assai più probabili i casi in cui l'orbita della cometa ha forma ellittica molto allun-

gata, o forma iperbolica confondibile quasi, nella parte visibile, con una parabola, per la grandezza del suo asse.

L'attrazione dei pianeti, e fors'anche la resistenza dei mezzi eterei, dovette mutare parecchie orbite di comete in ellissi, il cui grand'asse è di molto inferiore al raggio della sfera d'attività del Sole; si può credere che questo cambiamento ebbe luogo per l'orbita della cometa del 1759, della quale il grande asse non sorpassa che trentacinque volte la distanza dal sole alla Terra, ed un cambiamento ancor più grande deve essere avvenuto nell'orbita della cometa del 1770, il grand'asse della quale non uguaglia che sei volte quella distanza. Se poi qualche cometa è penetrata nelle atmosfere del Sole e dei pianeti al tempo di loro formazione, essa dovette, descrivendo una spirale, cadere su quei corpi, e per la sua caduta allontanare i piani delle orbite e degli equatori dei pianeti dal piano dell'equatore solare.

Se spingiamo ora i nostri sguardi al di là del sistema solare, sopra gli innumerevoli soli sparsi nell'immensità dello spazio, per analogia siamo portati a pensare che essi siano i centri di altrettanti sistemi planetari. Talune stelle sono apparse d'un tratto e poi sono sparite dopo di aver brillato di luce intensa per parecchi mesi o per qualche anno; altre mostrano cambiamenti di colore, di luminosità, formazione di grandi macchie, ecc.; che indicano mutamenti e fenomeni prodigiosi alla loro superficie. La natura è dunque in continua trasformazione, e nulla ci impedisce di pensare che ove brillavano stelle, divenute poi invisibili, esistano ora corpi opachi, e che di tali corpi ve ne siano in numero grandissimo, forse quanti le innumerevoli stelle che splendono nelle profondità del cielo.

L'astronomia ha ancora molto cammino da compiere prima che i corpi celesti abbiano svelato all'umanità tutti i loro segreti; per ora si è sempre nel campo delle ipotesi, ma per le prove addotte precedentemente e per molte altre che si possono avere esaminando a fondo le varie particolarità del nostro sistema solare, la teoria di *Laplace*, ora enunciata, nota sotto il nome di «*Teoria della nebulosa primitiva*» è tra le molte ipotesi avanzate per spiegare la formazione dei sistemi planetarii, quella che ha maggior probabilità di verosimiglianza.

Però il Laplace non indagò l'origine della nebulosa primitiva, e non convince completamente quando vuol spiegare la causa determinante il movimento di rotazione di una nebulosa restringentesi per il successivo raffreddamento; astronomi più vicini a noi, quale l'*Arrhenius*, hanno supposto che la sostanza costitutiva della nebulosa, dalla cui condensazione risultano i sistemi planetarii, sia fornita dalla conflagrazione di due soli, che non avviene quasi mai per urto centrale, originando in generale movimenti violenti di rotazione. Entro ciascuna delle agglomerazioni di stelle, i soli e tutto il loro corteo di pianeti, di asteroidi, di satelliti, di comete, corrono distanze immense, nelle profondità senza confine, ed in quel turbinare di movimenti sono avvolti anche gli spenti soli, gli astri morti ed opachi; basta supporre che un sole spento attraversi un'agglomerazione di materia nebulosa, o che due astri si urtino, per comprendere i fenomeni delle stelle brillanti d'improvvisa luce, o il formarsi di nuova materia nebulosa, dotata di movimento rotatorio e capace quindi di originare un sistema planetario.

A. e P. CANEVARI.

LA PIÙ GRANDE AVVENTURA CONTEMPORANEA

Mentre gli ardimentosi della spedizione al M. Everest attendono la primavera per ritentare l'attacco al colosso alpino, torneranno care ai nostri lettori le seguenti notizie sulla grande avventura, chiaramente esposte sulla scorta di informazioni pubblicate da giornali inglesi.

Poche sono ormai le regioni del nostro globo che attendono la prima visita di esploratori o conquistatori: i poli hanno perduto la loro misteriosa attrattiva, la ricerca delle sorgenti ignote di fiumi non è più, ci si consenta l'espressione, di moda. Rimane tuttavia da compiere una delle più grandi imprese, l'ascensione del Monte Everest, il «Tetto del Mondo». Essa è, mentre scriviamo, in via di realizzazione: già nella primavera scorsa tre comitive di ingegneri britannici si posero all'opera per tracciare, attraverso il complicato labirinto delle montagne dell'Imalaja settentrionale per gole e passi inesplorati, le vie di accesso alla base del Monte Everest aprendo il passaggio alla spedizione che si prefigge di tentare la scalata delle granitiche pareti del Monte Everest per giungere alla conquista del più alto picco del globo.

Il piano di azione di tali comitive preliminari fu il seguente: la prima, comandata dal Magg. Morshead, avrebbe lasciato Darjiieling per procedere verso la Vallata del Testa e quindi seguire la cosidetta strada di Kangrila; le altre due, comandate dal Col. Bury avrebbero incontrato la comitiva Morshead a Khamba Jong, per procedere poi di conserva in direzione ovest verso il villaggio di Tingri Jong che trovasi a circa trenta miglia al Nord del gruppo dell'Everest. Vicino a questo villaggio si sarebbe scelta una base permanente per la spedizione che tenterà di raggiungere la più alta vetta della catena. Prima del tentativo finale si sarebbero però esplicati tutti gli accessi alla montagna, in modo da potere scegliere la via più praticabile verso la cima.

Il Monte Everest, la più alta vetta del mondo, raggiunge gli 8882 m. sul livello del mare e domina una vasta distesa di montagne che forma il confine nazionale tra il Nepal e il Tibet. La vergine cima, coperta come ben si comprende da nevi eterne, si leva da imponenti bastionate rivestite di ghiaccio e rotti da profondi precipizi nei quali tuonano e rugghiano le valanghe, mentre furiose tempeste si lanciano incessantemente all'attacco della grande fortezza naturale.

La carovana dell'odierna spedizione partì da Dayeeling il 18 ed il 19 maggio e, traversato il Sikkim, per vasti sentieri, continuamente percorsi da carovane cariche di lana del Tibet, percorse vaste foreste inverosimilmente umide, sopportò violenti uragani e continue pioggie; e fu costretta a sostituire con muletti acquistati durante il percorso tutte le sue bestie da soma, cadute una dopo l'altra. Il 5 giugno a Khampo Dzong lamentava anche la morte del Dott. Kellas, uno dei migliori componenti la spedizione. Questa arrivò finalmente il 16 giugno a Tingri Dzong, piccolo mercato isolato su una collina a 70 km. dall'Everest, ed accampò successivamente alla base del Rongbuckglacier a soli 11 km. dal grande colosso. Da questo campo, il 23 giugno, i signori Bullock e Mallory raggiunsero un picco alto 7700 m. dal quale poterono vedere distintamente le facce Nord e Nord-Ovest dell'Everest: esse non presentavano che precipizi e dirupi bloccanti ogni via di accesso. Nè c'era da tentare dalla base delle rocce terminali, a 7600 m., una scalata di 1200 metri, impresa che, a quelle altitudini, è superiore ad ogni forza umana.

Scartati gli approcci dai fianchi Nord ed Ovest, il campo fu riportato a Kharto alla fine di luglio per esplorare la faccia Est. Ai primi di agosto fu scoperta una valle assolutamente sconosciuta la quale, seguendo un letto di ghiacciaio, il Kharto Esangpo, consentì agli alpinisti di raggiungere un valico di circa 7000 m. che, aperto sullo spigolo Nord dell'Everest, diede loro speranza di raggiungere la mèta. Le cattive condizioni atmosferiche sopravvenute, obbligarono però la spedizione a far ritorno a Kharto ed a rimettere al 1922 il tentativo finale per la via intravista.

I MARTIRI DELL'IMALAJA.

Fino ai nostri tempi l'ingresso nella Terra Proibita era stato impossibile per ragioni politiche: ma il governo indiano riuscì lo scorso anno a concludere opportuni accordi per permettere il passaggio della spedizione fino alla base della montagna. L'*Jomo Kang Kar* o «Nostra Signora della Neve» è oggetto di riverenza e di ammirazione per gli indigeni, i quali mal soffrono l'accesso del bianco alla loro eccelsa regione. La spedizione, come è noto, ben organizzata e finanziata dal Club Alpino e dalla Società Geografica Reale di cui il presidente, Sir Francis Youngsband, fu un notevole propugnatore di essa fin dalla sua memorabile spedizione nel Tibet nel 1904.

Già parecchie spedizioni erano state organizzate verso altre parti dell'Imalaja, molte delle quali erano state ostacolate dagli indigeni. Nel periodo 1854-1858 i fratelli Adolfo e Roberto Schlagentweib, raggiunsero in parecchie memorabili arrampicate l'altezza di 6790 m. sul mare sul gran Pizzo di Kamet che è alto 7750 metri. Poscia il fratello Adolfo attraversò il passo del Karacorum e fu ucciso a Kashgar. Nel 1895 l'attacco del Nanga Parbat, tentato da Mummery, ebbe una misteriosa fine. La spedizione si era divisa alla base del magnifico obelisco di ghiaccio: il capo della comitiva, con due indigeni doveva attraversare un breve passo tra il fianco Ovest ed il fianco Nord della montagna, incontrando quindi i compagni i quali avrebbero dovuto girare per una strada più lunga. Dopo essersi accomiatato dagli amici, nè Mummery

nè i suoi accompagnatori furono più visti e nessuna traccia si trovò di essi. Coloro che conobbero Mummery, che fu il più grande degli alpinisti inglesi, non possono credere che egli sia rimasto vittima della valanga. Eppure queste terribili frane di ghiaccio costituiranno una delle più grandi difficoltà per il tentativo che ora si sta svolgendo. Poichè bisogna pensare che tutti i fenomeni alpini noti sulle nostre montagne, si svolgono sull'Imalaja in proporzioni ben più grandiose, assumendo i caratteri di tremendi cataclismi i quali scuotono alla loro base i grandiosi massicci alpini e possono essere sentiti od avvertiti fino a 50 miglia di distanza. Un più insidioso pericolo è costituito dalle più piccole valanghe causate dallo stesso uomo che si avventura in quelle regioni.

La sventura lamentata nel tentativo di raggiungere la vetta Kangchenjunga (8585 m), la terza in altezza fra le cime di tutto il mondo, fu originata da una di tali valanghe. Una parte della comitiva, per divergenza di opinioni, decideva di discendere dall'accampamento, sito a circa 6000 metri. Mentre tre alpinisti e tre *coolies* attraversavano un pendio nevoso, due dei *coolies* posti al centro della cordata, scivolarono, determinando lo scivolamento della coltre di neve. In un istante tutta la cordata fu trascinata sul pendio ghiacciato formando una valanga umana. Solo due degli alpinisti europei si salvarono ed i corpi delle quattro vittime furono ritrovati tre giorni dopo, sotto uno strato di dodici piedi di neve soda.

Le difficoltà fisiologiche.

Difficoltà fisiologiche di gravità eccezionale avranno la più larga parte proibitiva nell'eccelsa ascensione. La scarsità di ossigeno e l'effetto del freddo intenso sono le due principali difficoltà di quest'ordine da superare. La scarsità dell'ossigeno alle altitudini elevate è dovuta, come ben si comprende, al rarefarsi dell'aria. Durante la respirazione l'ossigeno, giungendo agli alveoli polmonari, viene a contatto col sangue e lo ossigena prima del suo ritorno al cuore, provvedendo, in definitiva, all'ossidazione dei tessuti del corpo. In una atmosfera deficiente di ossigeno, i processi naturali restano alterati. È evidente che se ad una macchina, la quale bruciando un quintale di carbone ci fornisce una certa energia, diminuiamo per un'ora l'afflusso dell'aria in modo che il consumo di carbone si riduce ad un terzo, si ridurrà pure ad un terzo l'energia prodotta. Sulla sommità del Monte Everest il corpo umano potrà ricevere soltanto un terzo della quantità di ossigeno usuale. Ora si chiede: può il corpo umano fornire molto lavoro se è di tanto diminuita la quantità dell'ossigeno? Fortunatamente l'organismo può, entro certi limiti, acclimatarsi a nuove condizioni. Ad esempio i viaggiatori che negli Stati Uniti raggiungono in ferrovia il picco di Pike (4300 m.) si sentono stanchi, deboli, le loro gote e le labbra impallidiscono: sono i primi fenomeni dell'asfissia; per contro sull'altipiano del Pamir, a 4500 m. ed oltre, gli abitanti vivono normalmente ed accudiscono a duri lavori. L'organismo reagisce alla deficienza di ossigeno aumentando rapidamente il numero dei globuli rossi del sangue. I globuli rossi sono appunto i veicoli dell'ossigeno dall'aria all'interno del corpo, allorchè il loro numero in una goccia di sangue raddoppia, raddoppierà anche la quantità di ossigeno che alimenta i tessuti e per conseguenza l'energia generale del corpo. Ora il numero di tali globuli in una goccia del sangue di una persona che si trovi al livello del mare è generalmente minore di cinque milioni, mentre la media quantità per un nativo del Pamir è di più di otto milioni; e sul Pamir vi è in un metro cubo di aria un volume di ossigeno metà di quel che si trova al livello del mare. Così, mentre si acclimatano gli alpinisti che compiono grandi ascensioni sottraendosi gradualmente alle influenze di cui si parla, lo stesso non avviene per coloro che giungano a grandi altezze in pallone od in aeroplano. È storico il caso di Tissandier che in una ascensione in pallone, a 2000 m., svenne per asfissia e rinvenuto trovava morti i due compagni. Il Duca degli Abruzzi invece potè raggiungere la vetta del Ruvenzuri a 7500 m. senza disturbi. Il corpo di un uomo acclimatato alle grandi altezze funziona come una macchina a massimo rendimento.


L'Imalaja.

L'effetto del freddo intenso sul corpo umano è di abbassare la vitalità e non vi è dubbio che il freddo ad altitudini superiori ai 6000 metri, reso più acuto dal vento, è tale da paralizzare ogni movimento. Alpinisti bene acclimatati potranno raggiungere nelle migliori condizioni più di 25000 piedi. Un accampamento a tale altezza dovrà sopportare disagi appena immaginabili. In fatto di accampamenti l'altezza maggiore fu raggiunta dai *coolies* di Meade a 7200 metri. Si suppone che gli attuali alpinisti dell'Everest faranno l'ultima loro stazione a 1200 m. di dislivello dalla cima per riservarsi l'ultimo attacco, nello spazio di una giornata, allorchè le condizioni atmosferiche si presenteranno ottime e ciascun componente sarà nelle migliori condizioni fisiologiche.

Un'altra difficoltà fisiologica prevedibile è quella inerente alle radiazioni ultraviolette, che, non più trattenute dai vapori dell'atmosfera, sono abbondanti, se nelle zone di alta montagna. Tali radiazioni producono ustioni dolorosissime, accompagnate spesso da uno stato febbrile di tutto l'organismo.

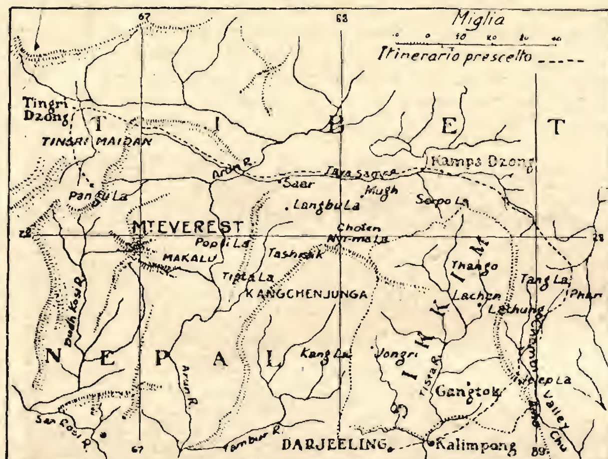
Scopi della spedizione.

In considerazione del freddo al quale la spedizione si espone, sono state prese sull'equipaggiamento le precauzioni necessarie: le stufe sono state sperimentate in ogni minimo dettaglio di funzionamento e si sono scelti cibi facilmente digeribili e che possano essere anche facilmente riscaldati. La

cura principale dell'organizzazione, diretta tecnicamente dal col. Howard Bury, l'ha assunta Sir Joungshand, già citato.

Assieme all'obbliettivo principale, cioè l'ascensione dell'Everest, la spedizione se ne prefigge altri sussidiarî; ma di non minore importanza.

L'intiera regione a Nord dell'Everest è completamente sconosciuta. Le carte che se ne posseggono sono assolutamente problematiche e non ci sarà nulla di strano se dove si vedeva segnate catene di montagne, si debbano trovare valli e laghi. Sarà compito della spedizione apportare a tali carte le correzioni necessarie, ciò che costituirà una non indifferente somma di lavoro. Si pensi che i mappatori che hanno compilato le carte attuali hanno già dichiarato che non solo la vallata dell'Arun è segnata con un tracciato del tutto falso, ma che le catene montane a Nord dell'Everest sono state disegnate... tanto per riempire uno spazio vuoto!



Un botanico ad uno zoologo accompagnano la spedizione, e non è da escludere che si possa trovare in quella regione una flora ancora sconosciuta, la cui esistenza dipende però dalla distanza fino alla quale si spingono, nella vallata dell'Arun, le correnti dei venti monsoni. Non meno ricche sono le previsioni per le osservazioni faunistiche in quella regione, ove vive la *Ovis Ammon*, pecora di statura notevole; si troveranno forse una specie di antilope e certamente una specie di gazella, come sicuramente si incontreranno pernici. Le collezioni geologiche saranno curate da un apposito addetto, e quelle fotografiche sono confortate da un equipaggiamento completo ed inappuntabile. È da rimpiangere che la fotografia non possa riprodurre quella meravigliosa gamma di colori coi quali si presentano le immagini sotto il cielo purissimo e nella chiara atmosfera del Tibet.

L'ITINERARIO ALPINISTICO.

La direzione della comitiva alpinistica è stata data ad Arold Raeburn, al quale già l'anno scorso, per una speciale concessione delle autorità del Nepal, fu promesso di compiere una ricognizione al gruppo del Kangchenjunga, prossimo a quello dell'Everest, dal quale è separato dall'ampia vallata dell'Arun. Egli potè in tal guisa fare studî che per via analogica possono essere riferiti, entro un certo limite, all'Everest. Ragioni politiche, dalle quali le autorità non intendono prescindere per non offendere gravemente i sentimenti religiosi ed etnici dei Tibetiani, inpediscono l'accesso al gruppo dell'evest sul lato sud, che sarebbe stato il più facile. Non restava quindi che decidere l'attacco del monte dalla parte settentrionale; ma, escluso un itinerario che si svolgeva in direzione nettamente Nord Sud, lungo il quale sarebbero state terribilmente acuite le difficoltà climatiche, si ideò di attaccare il massiccio dal fianco Nord-Est, come quello che presentava una più lunga esposizione ai raggi del sole, con tutti i vantaggi da essa derivanti.

Il paragone che istintivamente si stabilisce fra questo tentativo e quelli fatti per la scoperta dei Poli, è per nulla rigoroso, se si considera che le spedizioni polari implicano una lotta dura contro le avverse condizioni atmosferiche, la quale si prolunga, è vero, per mesi e mesi ma in circostanze che si conservano quasi costanti. Nel tentativo di ascensione all'Everest la lotta si concentra allorchè siano stati superati i seimila metri, e da qui il dislivello che separa dalla vetta deve essere superato nel minor tempo possibile, dieci giorni o meno. In quest'ultimo breve periodo dovrà concentrarsi ogni sforzo contro difficoltà di natura così varia ed imprevista da potersi prevedere che metteranno a ben terribili prove gli ardimentosi che le affronteranno.

Un componente della comitiva alpinistica, il capitano Giorgio Finch, si chiedeva prima della sua partenza se non ci sia anche da temere che la neve a quell'eccelsa altezza non si presenti sotto aspetti finora sconosciuti; così farinosa, ad esempio, e così asciutta da rendere assolutamente impossibile nella scalata l'applicazione della tecnica alpinistica fin qui praticata.

E per chiudere ricorderemo come qualcuno, pur non osando di chiamare vano questo superbo tentativo di umano ardire, si sia chiesto perchè non si ricorse piuttosto all'aeroplano per raggiungere la vetta dell'Everest. Un teorico, Mr. Abraham, rispondendo a tale proposta dichiarava impossibile una simile prova, sia per le difficoltà che si frappongono, per la prevedibile forte rifrazione dell'aria, alla scelta di un punto di atterraggio; sia perchè la rapida ascesa meccanica, impedendo il lento allenamento, imporrebbe agli aviatori l'uso di sacchi di ossigeno per la respirazione e ciò renderebbe praticamente impossibile l'osservazione e l'orientamento, già così difficile nei voli su estesi gruppi alpini.

COME SI OSSERVANO LE NUVOLE

NEFOSCOPI E NEFOMETRI

Tra gli elementi climatici ha e indubbiamente avrà sempre maggiore importanza, lo studio delle nubi o nefoscopia.

Mentre la scienza non ha ancor potuto dire l'ultima, definitiva parola circa la loro formazione e costituzione, ha invece calcolato, con una certa esattezza, la loro altezza e movimenti, resultanti dalla velocità delle correnti superiori dei venti che sfuggono naturalmente all'osservazione anemoscopica.

A determinare la direzione e velocità delle nubi, anzitutto è necessario conoscere — per quanto relativamente — l'altezza delle stesse; dico *relativamente*, perchè non se ne può avere una misura esatta se non per mezzo dell'altazimut, d'uso non troppo comune e facile, data poi la loro naturale mobilità in ogni senso. Spesso ci si accontenta anzi di fissare approssimativamente le altezze, considerando la loro forma, tenendo conto che in inverno queste sono inferiori e che ogni regione ha le sue proprie altezze in cui le nubi si presentano con maggior frequenza e abitualmente costanti, come specialmente nei tropici.

Ecco due computi d'altezze, secondo la forma, che collimano a un dipresso:

Strati m. 600, *Nembi* m. 1500, *Cumuli* (base) metri 1350, (sommità) m. 1800, *Cumulo-strati* m. 1380, *Cirro-cumuli* m. 6300, *Cirri* da 8300 a 12000 e secondo l'Eredia: (1)

Nebbie alte: *Strati* sopra i 1000 m. Nubi delle correnti ascendenti diurne: *Cumuli* 1400-1800 m.. *Cumulo-nembi* (base) 1400 m. (sommità) da 3000 a 8000 m. Nubi inferiori: *Strato-cumuli, nembi* sopra i 2000 m.; Nubi medie: *Cirro-cumuli, alto-strati, alto-cumuli* tra i 3000 e i 7000 m.: Nubi superiori: *Cirri, cirro-strati* media 9000 m.

Tali misure, come si vede, sono varie e vaghe e non ci possono permettere che un computo assai relativo della velocità, se non si ricorre, come dissi sopra, a fissare gli azimut dell'altezza della nube.

A determinare la *direzione* della nube, relativa a un punto fermo sul terreno, si deve possibilmente

(1) Eredia: *Strumenti e Osservazioni di Meteorologia*. Firenze, 1916. Prezioso trattato di cui mi giovo in parte per quest'articolo.

effettuarne l'osservazione verticalmente, standovi sotto, quand'essa si trova allo zenit dell'osservatore; se essa si trova lontana, l'uso degli istrumenti, detti *nefoscopî*, ne rende possibile egualmente il calcolo.

Questi si dividono in *nefoscopî a riflessione*, *nefoscopî a visione diretta* e *nefometri*.

I più usati tra i primi sono quelli del Finemann e del Fornioni, tra i secondi quello del Besson (2) (che fu perfezionato dal Gamba e dal Surdo) e che dà la misura degli azimut.

I nefometri migliori son quelli del Besson e dell'Arcimis. Tutti questi istrumenti sono costruiti con grande cura ed esattezza dalla celebre casa Richard di Parigi.

Il nefoscopio di Finemann (fig. 1), consta principalmente di un disco di vetro annerito, sull'orlo di cui una punta mobile graduata può girarvi attorno ed essere calata o alzata, calcolandosi la sua altezza sulla superficie del disco. Su questo sono segnati tre circoli concentrici; il raggio dei due esterni è 2 e 3 volte superiore a quello dell'interno. L'imagine della nube, allo zenit, riflessa sul vetro, dev'essere nella stessa linea retta con l'occhio dell'osservatore e con il punto centrale della mira di cui si regola l'altezza e lo spostamento attorno al disco per mantenere in coincidenza l'imagine della nube con quella dell'asticciuola che reca la punta; il raggio lungo il quale appare lo spostamento, dà il senso del movimento della nube, il luogo cioè non dove va ma donde proviene, così che si aggiunge 180 al numero dato dal disco, ossia si osserva al punto opposto del diametro; una bussola ne fissa l'orientamento.

La velocità vien data dal tempo in secondi in cui l'imagine della nuvola si sposta dal centro del disco al primo cerchio, o da questo a un successivo. Essendo a il raggio del cerchio interno, b l'altezza dell'asta riflessa sul vetro e t il tempo in cui l'imagine attraversa la nube allo zenit, la velocità sarà data da $\frac{a}{b\ t}$.

(2) Gli istrumenti del Besson sono descritti negli *Annales de Montsouris*, t. II, 1 fasc., 1901, negli *Ann. de la Soc. Météor. de France*, 1897-1903-1908, negli Atti dell'*Ass. franç. p. l'Avancement des Sciences*, 107. Il nefometro dell'Arcimis, nella *Nature*, 1908.

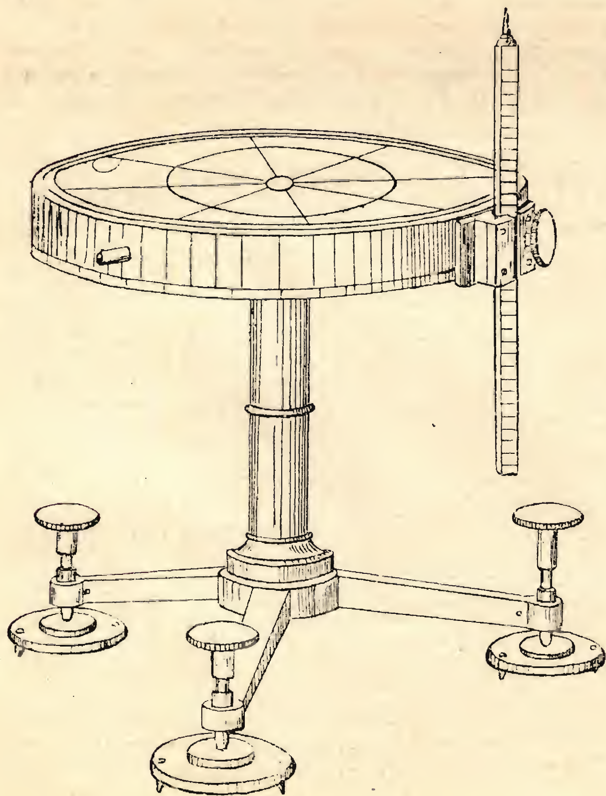


Fig. 1.

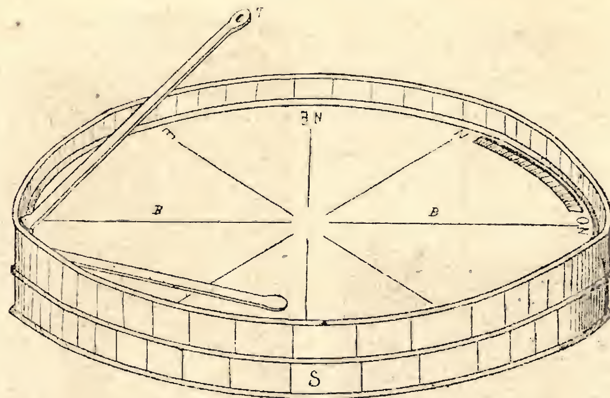


Fig. 2.

L'apparecchio del Fornioni (fig. 2) è semplice e tascabile, consta d'una scatola circolare di cm. 15 di diametro con un ago magnetico al suo centro; la superficie è costituita da uno specchio *BB* in cui sono tracciati i 4 punti cardinali; nel settore da *N* a *NO* non v'è amalgama mercuriale, e ciò per poter far vedere la punta dell'ago oscillante sotto e v'è tracciata una divisione graduata permettente di disporre il cerchio graduato rispetto all'ago stesso; inoltre, un traguardo con occhiello *T*, si può spostare lungo la circonferenza dell'istrumento. La direzione della nube si determina disponendo l'istrumento orizzontalmente e orientandolo al meridiano astronomico; si sposta il traguardo lungo la circonferenza dell'istrumento e si sposta in altezza l'occhiello *T*, così che questo, l'occhio dell'osservatore, il centro dello specchio e un punto della nube riflessa giacciano in una stessa visuale; seguendo la direzione dello spostamento dell'imagine si avrà la direzione del movimento della nube.

Un altro nefoscopio di assai facile e semplice costruzione, consta di quattro pali di m. 1 1/2, piantati verticalmente ai vertici di un rettangolo su cui sia tesa orizzontalmente una rete di ferro i cui fili si taglino in direzione N. S. e E. W. Per una persona che si trovi sotto la rete nel centro del rettangolo, riesce facile il determinare i movimenti delle nubi al suo zenit.

Con l'istrumento del Besson, entriamo in un campo di indagine più severa e di resultati più pratici e scientifici, chè, come già dissi, esso si presta pure alla misura degli azimut, a fissare l'allineamento delle nubi e alla misura delle lunghezze d'onda per certe forme di nuvole.

La fig. 3 ci rappresenta l'istrumento quale si trova nel Parco di Montsouris il celebre osservatorio meteorologico, vicino a Parigi. Consiste in un'asta orizzontale o rastrello, munita di 7 punte equidistanti e fissata in un'altra verticale alta circa 6 m.; la prima può girare su se stessa per mezzo di corde tirate dal basso. È d'uopo proiettare la punta centrale sulla nube di cui si vuole determinare il movimento, far girare il rastrello in modo da ricondurre le punte in coincidenza con la traiettoria delle nuvole e leggere la *direzione* sul cerchio graduato che si trova alla base dell'istrumento. Il tempo che impiega la nuvola per andar da una punta all'altra, dà la velocità relativa — e, poichè l'intervallo tra le punte è eguale a 1/10 della loro altezza sul piano visuale — è necessario che il suolo sia il più possibile piano — basterà moltiplicare per 10 il tempo impiegato dalla nube a percorrere un intervallo per aver il tempo occorrente a superare una distanza

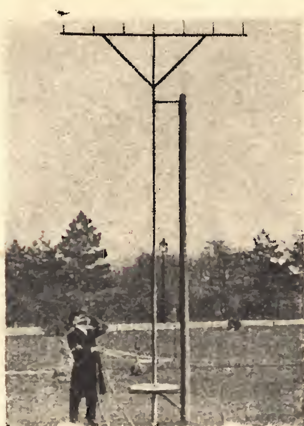


Fig. 3.



Fig. 4.

orizzontale eguale alla sua altezza, cioè il rapporto $\frac{A}{V}$; si moltiplicherà per 5 il tempo misurato se la nube ha percorso 2 intervalli e per 10/3 se ne ha percorso 3. Se il terreno fosse indeclivio, è d'uopo far l'apposita correzione con livello e adoperando una formula fissa. Gli azimut vengono misurati, spostandosi dall'istrumento in modo che il punto di cui si vuol conoscere l'azimut, sia esattamente dietro all'asta verticale, si dà poi, con le corde, all'asta orizzontale un'orientazione che ne sia quasi il prolungamento e si legge la misura nel cerchio graduato (3).

Il Besson ha pure costruito un altro nefoscopio proprio per le osservazioni zenitali (fig. 4), formato d'un cerchio orizzontale di m. 0,65 di diametro, sospeso all'altezza di m. 1,10, per mezzo di tre aste poggiate su una placca metallica su uno zoccolo di pietra che porta un disco di legno orientato e graduato. Nel cerchio superiore sono stesi due sistemi ortogonali di fili, formanti più quadrelli attraverso i quali, proiettati in uno specchio a piano inclinato posto sotto il circolo, si determina la direzione, orientando il circolo in modo che uno de' sistemi filari gli diventi parallelo; l'altro sistema sarà perpendicolare al movimento delle nuvole e permetterà la determinazione della loro velocità relativa.

Il sostegno dello specchio, fissato al disco, s'incastra nella parte centrale traforata della placca metallica, sul cui orlo a ugnatura, sono incisi 4 segni di riscontro, paralleli ai fili del sistema superiore. La direzione si legge sulla graduazione del disco, di fronte al segno situato dalla parte donde vengono le nubi. Il rapporto dell'altezza delle nubi A e la loro velocità V è dato dalla formula

$$\frac{A}{V} = 20 \frac{t}{n}$$

ove n è il numero degli intervalli percorsi e t il tempo impiegato a percorrerli.

E da ultimo osserviamo i nefometri del Besson (fig. 5) e dell'Arcimis (fig. 6).

Il primo permette di misurare la nebulosità (4) invece che di valutarla grossolanamente (con quest'istrumento si può ancora studiare le influenze locali sulla nebulosità, cioè foreste, acque, centri urbani, deserti, ecc.) e consiste principalmente in uno specchio semisferico convesso, su cui si proietta il cielo diviso in 10 sezioni d'eguale superficie, che si osserva con un occhialino con lente affumicata se il cielo è assai luminoso. L'imagine dell'osservatore di fronte nasconde parzialmente le tre sezioni numerate 8-9-10: si valuta in decimi la frazione coperta di nubi in ciascuna delle sezioni numerate da 1 a 7, si gira poi l'istrumento di 180° sul suo asse verticale e nella nuova posizione si nota la nebulosità delle sezioni 2-5-7 che ora rappresentano le regioni celesti corrispondenti alle sezioni 8-9-10. La somma dei 10 numeri esprime la nebulosità in centesimi.



Fig. 6.

Il nefoscopio dell'Arcimis è formato di 2 specchi a 45°, di un oculare e di un reticolo; l'imagine della nube è riflessa da uno di essi e trasmessa all'occhio posto dietro l'oculare. Il reticolo è posto nel tubo, al fuoco di una lente; l'imagine del reticolo viene riflessa dal secondo specchio e si sovrappone, nell'occhio, a quella della nube e, poichè il reticolo è una placca di vetro con un quadrellato tale che l'intervallo fra due linee, visto dallo specchio, rappresenta uno spazio angolare di 1°, si potrà calcolare la velocità della nube scorrente sul reticolo. L'apparecchio è racchiuso in una cassetta su asse orizzontale su cui la si fa girare per mezzo di una vite; i sostegni poggiano su di una piastra che può girare orizzontalmente attorno a un asse verticale, su un piatto dall'orlo graduato



Fig. 5.

(3) Il Gamba e specialmente il Surdo hanno modificato e perfezionato quest'istrumento, rendendolo d'uso assai pratico: smontabile e trasportabile assai facilmente.

(4) La *nebulosità* è calcolata in decimi dell'intera porzione osservata della vòlta del cielo; essa è più forte sul mare e presso le coste che nell'interno delle terre, e sulle terre umide che non sulle asciutte, sulle altoterre che non sulle basse. Più povere ne sono le regioni degli alisei, più ricche quelle equatoriali e le terre di clima oceanico e polare. Altro elemento meteorologico importante è il *colore del cielo*, allo studio del quale si procede con istrumenti detti *cianoscopi* e *cianometri* (KYANÓS=*azzurro*), in genere però ancora d'uso poco pratico e di cui parlerò in un prossimo articolo « *L'azzurro del cielo* ». Ora ne sto costruendo un modello originale che confido abbia a riuscire di grande utilità.



Fig. 7.
L'Osservatorio meteorologico di Montsouris (Parigi).



Fig. 8.
Il vicedirettore dell'Osservatorio di Montsouris (in mezzo).

sostenuto da tre viti calanti, così che si può orientare in ogni direzione.

Le osservazioni nefoscopiche e nefometriche, in progresso di tempo, sono destinate a esser prese e calcolate con esattezza e resultati sempre maggiori, sopratutto per mezzo dell'aviazione consacrata finalmente a scopo anche scientifico.

G. V. CALLEGARI.

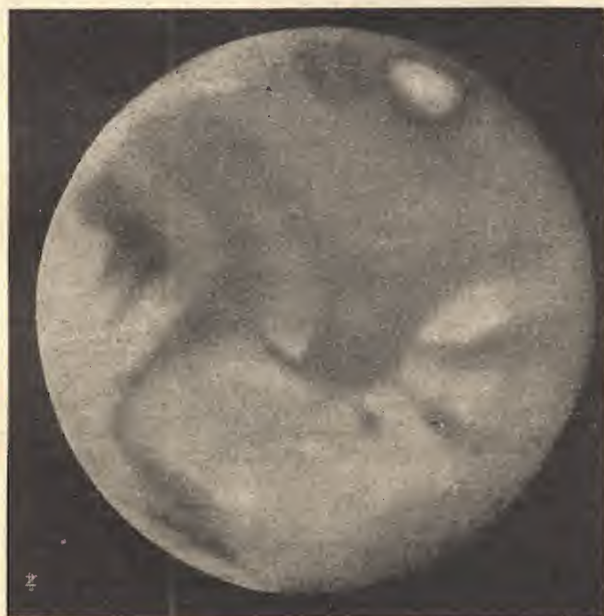
MARTE... NEL POZZO

In un articolo comparso, or non è molto, in un settimanale illustrato milanese era scritto: « Il pianeta Marte, causa la sua apparizione favorevolissima, passando nel prossimo 1924, allo zenit di un speciale e grandioso telescopio, collocato in fondo ad un profondo pozzo chileno, si vedrebbe avvicinato a soli 2.5 km.! ».

Da buono, nonchè modestissimo astronomo, nel leggere tutto ciò mi venne l'acquolina in bocca ed in pari tempo il desiderio di vedere anch'io, se fosse stato possibile, non la Luna come l'ancestrale antenato, bensì Marte nel pozzo meraviglioso. Mi misi a calcolare il numero grande di km. e miglia che ci divide da quell'ambito antro e, veda amico lettore la potenza delle cifre, mi vennero sotto la penna quelle dell'*opposizione perièlica* marziana del 23 agosto 1824, già così ben illustrata dal nostro chiarissimo matematico Enzo Mora: « perigeo 22-23 agosto, distanza minima dalla Terra: 0,3728 dell'orbita terrestre (pari a 149,5 milioni di km.) uguale a 40 milioni 100 mila km.; diametro planetario uguale a 25",1 e lucentezza del valore di 100, cioè prima grandezza assoluta. Quindi, lo ripeto, posizione *favorevolissima* per l'emisfero australe, il pianeta abbassandosi su quello boreale.

E fin qui tutto bene, la matematica essendo una scienza esatta. Ma, all'improvviso, diversi problemi mi resero perplesso, quali quello dell'enorme dimensione da dare allo strumento da costruirsi e quello dell'enorme potenza necessaria onde portare il nostro « vicino » a soli 2,5 km.; operazione che equivale ad esaminarlo sotto un ingrandimento di 40 milioni, ecc. divisi per 2,5 cioè 16 milioni. Tutto ciò mi parve impossibile! Tuttavia...

Quando, verso la metà dello scorso secolo, i geologhi ed altri scienziati, esaminarono la Luna attraverso il Leviathan di lord Rosse, lo fecero coll'eccessivo ingrandimento di 6600, per un'apertura





Marte visto dall'Osservatorio di Meudon, dal professor Antoniadi il 14 ottobre 1909.

di solo m. 1,83 e con lo specchio concavo metallico; ma trattavasi di un « oggetto » buono otticamente, assai vicino (circa 4.000.000 di km. in media), e senza atmosfera apparente; nondimeno il rapporto fra ogni mm. di apertura e l'ingrandimento era fortissimo, pari a 3,666; mentre è di soli 2 ordinariamente ed anche meno, specialmente quando trattasi di esame delle superfici planetarie e ciò anche coi moderni e perfezionati obiettivi da rifrattori, o specchi parabolici di vetro argentato dei riflettori.

Poteva dunque riuscire interessante il vedere i risultati massimi su Marte, di quel retrospettivo mastodonte dell'ottica; e lord Rosse li diede appunto nel settembre 1862, con un ingrandimento di 1200, ossia col magro rapporto di 0.666.

Decisamente il pianeta è un osso duro da rosicare, oppure un'eccezione? Proseguendo, vidi che nel medesimo anno il Lassell col suo telescopio a specchio, anche esso metallico, di m. 1,20 di diametro, ottenne a sua volta il massimo di 720, ossia il rapporto di 0,633. E con identica apertura (telescopio di Melbourne, pure a specchio metallico), nel maggio 1894, Baracchi, ottenne un massimo di 280, cioè : 0,233.

La percentuale non era incoraggiante pei grandi riflettori; cosa darebbe per i moderni grandi rifrattori?

L'equatoriale dell'osservatorio di Washington, di 665 mm. di apertura, diede all'Hall durante l'opposizione del 1877, soli 175, pari a 0.263 (1).

L'enorme strumento dell'osservatorio Lick (apertura : 915 mm.), molto ben posto a 1300 m. sul mare, fornisce nel 1888 il modesto ingrandimento di 700, cioè 0,736. A Meudon (Oss. d'astr. fisica di Parigi), il Millochau ottiene, nel 1901, col potente rifrattore di 830 mm. di diametro, la bassa cifra di 420, corrispondente a 0.20.

Le aperture più basse possono invece fornire delle percentuali molto più elevate.

Schiaparelli, per es., lo giudica molto bene (2); anche per una posizione mediocre, egli chiede un'apertura di 49 mm. (equatoriale di Brera a Milano) per giungere nelle grandi opposizioni a l'ingrandimento di 650, pari a 1,33. L'eccezionale risultato di Washington, dipende molto dalla poco felice posizione; ed ecco un altro risultato, pure eccezionale, ottenuto dal Lowell, il quale osservando nel clima, quasi desertico d'inverno, di Flagstaff (S. U. a 2200 m. sul mare) ottenne nell'opposizione del 1896 con un'apertura di 609 mm., la cifra sbalorditiva di 2818, equivalente a 4,62! È ciò eccezionale, ma può ripetersi. Nell'inverno 1908, per esempio, non vi si ebbe che il 6 % di vapore acqueo nell'atmosfera, e già nel 1899, il Lowell scriveva : « Il pianeta risalta sul suo sfondo oscuro (del cielo), come una magnifica cromolitografia ».

Se il famoso pozzo sito in paese ricco di monti elevati (parecchi oltrepassano i 6500 m. d'altitudine) fosse posto ad una considerevole altezza, si potrebbero avere delle gradite sorprese : vedere l'ingrandimento di Marte giungere magari al normale, forse oltrepassarlo in vie eccezionali; perchè, ripeto, con Marte la teoria non risponde alla pratica. Lo stesso, del resto, si verifica cogli strumenti : mentre la potenza ottica, o moglie il potere separatore, sale coll'apertura, l'ingrandimento tende a scendere, specialmente con le superfici planetarie; e la Luna è un'eccezione.

Ma l'articolo sucitato dà al telescopio m. 15 di diametro, ai quali corrisponderebbe un ingrandimento normale di 30.000; e, per non essere tacciato di sollevare cavilli, giungerò anche alla cifra eccezionale di 2.5 ingrandimenti per mm. diametrali, cioè all'enorme cifra di 42.500.

Ora 40 milioni divisi per 30.000 danno 1333 km., e per 42.500 : 941 km.; siamo sempre lontani di 2,5 km.!

Ma se assolutamente vogliamo portare il pianeta a quella distanza, ammesso l'esagerato ingrandimento di 2,5 per mm. diametrali, e sapendo già che 40 divisi per 2.5 danno 16 milioni, non facciamo altro che ridividere quest'ultima somma per l'ingrandimento di 2,5, ottenendo 6 milioni di mm. pari a 6 km. 400 m.: vede il lettore uno specchio concavo parabolico di vetro argentato, del diametro suddetto, in fondo ad un « tubo » da 4 a 6 volte più lungo, misurante cioè dai 25 ai 37 km.? Io no!

L'articolo giustamente spiega come grazie all'enorme quantità di luce raccolta dall'obiettivo, sarà possibile ottenere delle fotografie istantanee, certo di una straordinaria bellezza e nitidezza, suscettibili di subire fortissimi ingrandimenti diretti, svelando un infinità di particolari tuttora ignoti.

L'attuale grande telescopio del Mount-Wilson (California, S. U. alt. 1731 m. sul mare) misura m. 2,50 di diametro, con superficie di m. 25, e fornisce meravigliose fotografie lunari, sulle quali il mm. segna i km. 3.300: mediante uno strumento misurante 176 m² di superficie (34.5 più del primo), e di diametro 6 volte maggiore, si otterrà naturalmente un'incomparabile luminosità di particolari 34 volte più intensa e le fotografie daranno mm. 6 per 3 km. Però Marte essendo 104 volte più lontano da noi della Luna (nelle grandi opposizioni favorevoli, s'intende), 6 mm. non corrisponderanno allora più a km. 3,3, ma a km. 343,6, ed il mm. a soli 57. Nondimeno, quale interesse per lo studioso astronomo amante dell'areografia!

Peccato, proprio peccato che simile strumento non riesca praticamente realizzabile per le osservazioni astronomiche!

Come irrealizzabile? Certo, amico lettore!

La Rivista stessa si mostra molto riservata intorno ad un simile strumento, non ne nega l'esistenza, perchè non ha ragioni di farlo, forse stando al rapporto di altri fogli americani; e poi la suddetta Rivista non è un organo specialista, per potere entrare nella più o meno possibilità o impossibilità della cosa. La registra, la addita al lettore, il quale se crede e se può, ne trarrà le sue conclusioni.

Tutto ciò, naturalmente per quannto riguarda l'istrumento. Ma cos'è esso infine? Oh! una cosa molto semplice, che gli ideatori S. S. Mac-Afee e Tood, un miliardario, pare, quest'ultimo, ambedue astronomi, non sembra presentino come una loro invenzione.

Trattasi, insomma, di uno specchio concavo, formatosi naturalmente dalla rotazione dei liquidi, i quali, come tutti sanno, s'incurvano sotto la forza centrifuga, venendo a presentare una vera e perfetta forma parabolica.

Il mercurio, quasi brillante e bianco come l'argento, perfettamente lucido, è l'unico metallo liquido alla temperatura normale nostra; è il corpo che meglio si presta per una simile esperienza. (3)

(1) Mentre nello stesso tempo, ed in posizione poco favorevole (Milano), ma con rifrattore più piccolo (solo 218 mm.) di apertura, Schiapparelli, con ingrandimenti che salirono fino a 468! (pari al rapporto molto elevato di 2,15 circa) apriva la serie dei suoi splendidi lavori sul pianeta Marte.

(2) *Natura ed Arte;* fascicoli N. 5 e 6 (1 e 15-2-1893).

(3) Esso è indispensabile nelle buone e precise osservazioni meridiane per regolare perfettamente gli strumenti meridiani, senza dovere usare il livello, che è soggetto ad errori; e per la rigorosa determinazione della verticale del luogo considerato, dovendosi da quel punto scelto, riportare tutte le osservazioni che vi saranno eseguite. Usasi sotto forma di uno strato sottilissimo in un speciale catino di ghisa, dove forma un perfetto specchio.

Già da molto tempo è impiegato dagli astronomi sotto forma, del cosidetto « bagno di mercurio », nel quale i procedimenti ed artifizi meccanici mantengono la perfetta stabilità e pulizia. Il leggero pulvischio, inevitabile, dell'aria, nonchè la lenta ossidazione del mercurio al contatto dell'aria stessa e specialmente dell'ossigeno ozonizzato che contiene, gli rendono tuttavia necessari dei frequenti e perfetti filtraggi. Ma è sempre l'unico corpo liquido fornito dalla natura, che sia adatto allo scopo.

Il primo a tentare uno specchio rotativo con esito buono, fu nel 1868 l'astronomo Carrington (4). Nel dicembre 1909 poi il professore Wood di Baltimora, riprese i suoi esperimenti, facendo uso di un disco di ghisa incavata del diametro di 20' (508 mm.). Vincendo così ogni vibrazione nell'usare il mercurio in strato di 10 a 12 mm. di spessore ed altri mezzi meccanici, ecc., egli ottenne eccellenti risultati (ma solo per osservazioni zenitali) e la perfetta forma parabolica con fuoco di m. 4,37 e 5 mm. alla velocità di soli 5 gire al m. s., pari alla debole di 30 al m.; oppure con fuoco di m. 0,91 e 5 mm. con la velocità un po' maggiore di 20 giri, ossia 1200 al m.



Carta generale del pianeta Marte, secondo le osservazioni fatte nel 1909, col grande equatoriale dell'Osservatorio di Meudon, dal professor E. M. Antoniadi. *Abbreviazioni:* M. = Mare; S. = Sinus; Fr. = Fretum; L = Lacus; Fl. = Fluvius; R = Regio; I. = Insula; Ch. = Chersonesus; Pr. = Promontorium.

La quistione della « formazione istantanea degli specchi parabolici » non è dunque nuova, anzi interessò parecchi; so, per es., di un certo E. Drouet, parigino, il quale nel 1913 pubblicò una nota sull'argomento.

Poter ottenere un obiettivo a fuoco variabile che permetta di avere delle curve variabili ed ingrandimenti idem, sarebbe inceve, se l'invenzione fosse pratica, un prodigioso acquisto per l'ottica.

E perchè non lo sarebbe? Per la rotazione da imprimere al pesantissimo recipiente?

Ma i motori a scoppio e le turbine a vapore ci hanno abituati a vertiginose velocità; 300 e 1200 giri sono inezie in confronto!

Anzitutto, che praticità presenterebbe un telescopio destinato esclusivamente all'osservazione astro-fisica, il quale fosse ridotto, per la sua assoluta immobilità, a non poter puntare assolutamente che lo zenit dal luogo ove trovasi? Nessun corpo celeste ripassa per la stessa strada o punto, se non dopo un numero più o meno grande di anni; oltre 18 per la Luna, ad esempio L'istrumento servirebbe solo per pochi minuti secondi in un secolo!

Se non è punto diffcile, oggi, lanciare un pesante disco di ghisa di grande diametro, eliminando in pari tempo qualsiasi vibrazione; più difficile sarebbe mantenere il perfetto isocronismo, non per parte del regolatore, avendo l'esimio fisico Ivon Villarceau da tempo risolto in modo soddisfacente il problema; ma per le piccole imperfezioni, od altro da riscontrarsi casualmente e quasi inevitabilmente nei perni, supporti, assi, ecc., ecc., nonchè del motore elettrico. Un grano di polvere sarebbe pure sufficiente da solo a dare dei sbalzi di velocità non indifferenti. È vero che il tutto non dovrebbe funzionare che pochi istanti, ma se appunto dovesse sopraggiungere in quel tremendo istante una malcapitata nube, nel cielo zenitale del telescopio, che cosa vedrebbe allora in fondo al famoso pozzo, il malcapitato astronomo?

Principe TROUBETZKOY.

(4) Carrington Riccardo -Cristoforo, nacque e morì a Chelsea (26, 5, 1826 - 27, 12, 1875). Allievo all'Università di Cambridge del celebre astronomo Challis; andò nel 1849 all'Osservatorio di Durham sotto la direzione del suo fondatore : Temple-Chevallier, fino al 1851. Essendo assai ricco, stabilisce il suo osservatorio privato vicino a Chichester e fa un Catalogo di 3735 stelle circumpolari; catalogo che gli valse la grande medaglia d'oro e la pubblicazione a spese del governo (Londra, 1857). Si dedicò poi allo studio delle macchie solari, pubblicando un'opera sull'argomento, nel 1853, ecc.

LA TEORIA DELLE LEGHE FERRO-CARBONIO

Le leghe sono soluzioni solide di metalli miscibili allo stato di fusione; esse per il loro comportamento si possono paragonare alle comuni soluzioni di sali nell'acqua. Non sempre risultano formate da soli metalli, ma anche da metalli e metalloidi insieme, come le leghe ferro-carbonio.

Le leghe possono contenere, omogeneamente distribuiti nella loro massa dei composti chimici veri e propri, formati da combinazioni fra i vari elementi che le costituiscono: ma il loro comportamento generale rimane invariato.

Data l'analogia delle leghe con le soluzioni, il punto di fusione delle prime si deve considerare corrispondente al punto di congelamento di queste ultime; uno dei costituenti è il solvente, l'altro il corpo disciolto.

I liquidi che non siano soluzioni, congelano ad una temperatura che è caratteristica e costante per ciascuno di essi, mentre che se in essi vengono disciolti dei sali le soluzioni che risultano congelano ad una temperatura inferiore, e tanto più bassa, quanto più forte è la loro concentrazione. Essendo la concentrazione di saturazione la più forte possibile, ne

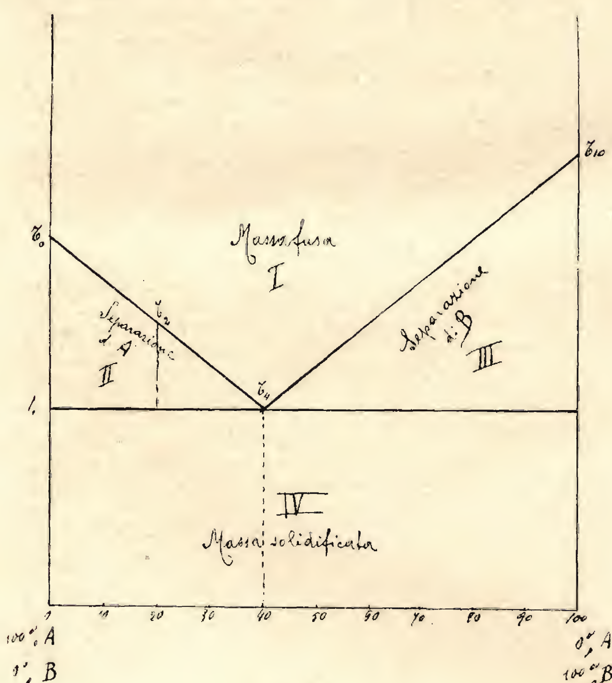


Fig. 1.

segue che le soluzioni sature hanno il più basso punto di congelamento.

Mentre quando congela una soluzione non satura si ha separazione del solo solvente puro in forma solida, quando congela una soluzione satura, al congelamento si ottiene una miscela omogenea formata da particelle del solvente e da particelle della sostanza disciolta, nelle stesse proporzioni in cui si trovavano nella soluzione: questa miscela solida ha preso il nome di *crioidrato*.

Un fenomeno che accompagna sempre la separazione del crioidrato, è che per tutto il tempo che dura il congelamento, ossia la solidificazione, la temperatura rimane costante. La temperatura crioidratica è inoltre la più bassa che consenta l'esistenza contemporanea della soluzione (liquido) e della miscela (solido), cioè della fase liquida e della fase solida.

Poichè la solubilità dei sali nei liquidi è limitata, caratteristica e costante, ne segue che, a parità di condizioni, la concentrazione di saturazione è sempre la medesima per ogni sale in un determinato solvente; e perciò la temperatura crioidratica, oltre essere la più bassa, è sempre la stessa.

Nel congelamento delle soluzioni oltre ai fenomeni citati se ne può verificare anche un altro che è il seguente. Invece di separarsi dal solvente puro, o una miscela meccanica del solvente e del corpo disciolto(crioidrato) si può avere separazione di una mescolanza intima e non meccanica di solvente e soluto, l'uno disciolto nell'altro: questa mescolanza è stata chiamata *soluzione solida*. Se poi la soluzione solida si separa sotto forma cristallina, i cristalli vengono chiamati *cristalli misti*.

Danno cristalli misti le soluzioni di sali isomorfi quali ad esempio il solfato di alluminio e potassio (allume ordinario) e il solfato di cromo e potassio (allume di cromo), che mentre in soluzioni separate solidificano dando luogo a cristalli ottaedrici, disciolti entrambi in un medesimo solvente danno pure ottaedri, ma questi sono cristalli che contengono i due composti, ossia sono cristalli misti.

È chiaro oramai il concetto di soluzione solida. Le comuni soluzioni di sali nell'acqua, che hanno l'aspetto e le caratteristiche fisiche dei liquidi, e non è possibile a priori data la loro omogeneità, distinguerle dagli altri liquidi che non sono soluzioni, le possono rappresentare assai bene; la differenza consiste nell'essere esse allo stato solido.

Le leghe possiedono assai bene le proprietà delle soluzioni: hanno un punto di solidificazione più basso di quello dell'elemento solvente; se rappresentano delle soluzioni diluite, nella solidificazione si ha separazione del solo solvente, mentre se sono sature si ha separazione di una miscela corrispondente al crioidrato e chiamata *eutectico;* la solidificazione può dar luogo alla formazione di cristalli misti.

L'eutectico è dunque quella miscela solida separatasi alla più bassa temperatura, e che risulta formata di particelle del solvente e di particelle del soluto nella proporzione in cui questi si trovavano nella soluzione al momento della solidificazione, ossia nella proporzione della concentrazione di saturazione.

La temperatura corrispondente alla formazione dell'eutectico dicesi *temperatura eutectica;* essa rimane costante per tutto il tempo che dura la solidificazione, e costituisce il fenomeno della *recalescenza.*

La solidificazione delle leghe porta sempre con sè, che sia il solvente come il corpo o i corpi disciolti, nel separarsi assumono la forma cristallina e inoltre che essa non è istantanea ma ha un punto in cui s'inizia, e un altro in cui tutta la massa fusa è solidificata, ben distinti fra loro.

Le leghe che possono prendere origine da due o più elementi sono in numero grandissimo, come grandissimo è il numero delle soluzioni che si possono ottenere disciogliendo un dato sale nell'acqua; perchè si può variare a piacere la concentrazione, ossia il rapporto fra la quantità di sostanza disciolta e la quantità di solvente. Tutte queste leghe si differenziano, oltre che per il rapporto fra le quantità dei costituenti, anche per le temperature di solificazione, perchè ad ogni determinata concentrazione corrisponde un determinato punto di solidificazione.

Il processo di solidificazione delle leghe può essere graficamente seguito costruendo un diagramma nel quale le ascisse rappresentino i valori dei rapporti fra le quantità dei costituenti (percentuali di concentrazione) e le ordinate i valori delle temperature di solidificazione.

Per le leghe binarie, che sono quelle formate da due soli costituenti, il processo di solidificazione dà origine a due casi, a seconda che si abbia o no la formazione di cristalli misti.

Caso dell'assenza dei cristalli misti (vedi figura 1).

I costituenti siano gli elementi A e B: l'elemento A fonde alla temperatura T_0, e l'elemento B alla temperatura T_{10}. Corrispondente alla temperatura T_0 si intende una concentrazione del 100 % di A e del 0 % di B; corrispondente alla temperatura T_{10} si intende una concentrazione del 100 % di B e del 0 % di A.

La temperatura T_1 è il punto in cui comincia a solidificare la lega che ha il 10 % di B e il 90 % di A; la temperatura T_2 è quella corrispondente alla lega formata dal 20 % di B e dall' 80 % di A, ecc.; T_9 è la temperatura in cui inizia la solidificazione la lega che ha il 10 % di A e il 90 % di B. Tutti i suddetti punti di solidificazione sono inferiori a T_0 e a T_{10}, perchè la temperatura di solidificazione dei due elementi viene abbassata per aggiunta dell'altro elemento. Come si vede il punto più basso di solidificazione (T_4) corrisponde alla lega che ha il 40 % di B e il 60 % di A: allora T_4 è la temperatura eutectica, in essa si ha separazione dell'eutectico, e la lega perciò dicesi *lega eutectica*.

Quando si inizia la solidificazione, le cose procedono differentemente a seconda della composizione della lega. Per le leghe corrispondenti ai punti T_1, T_2, T_3, che rappresentano delle concentrazioni diluite della soluzione solida, avviene la separazione dell'elemento solvente che in questo caso è A; quindi nei suddetti punti cominciano a separarsi dei cristallini di A. Invece nei punti T_5, T_6, T_7, ecc., av-

viene la separazione di cristallini dell'elemento B perchè in quei casi l'elemento solvente è B.

Nel punto T_4, che corrisponde ad una soluzione solida satura, avviene la separazione di un conglomerato formato da particelle dell'elemento A e da particelle dell'elemento B;

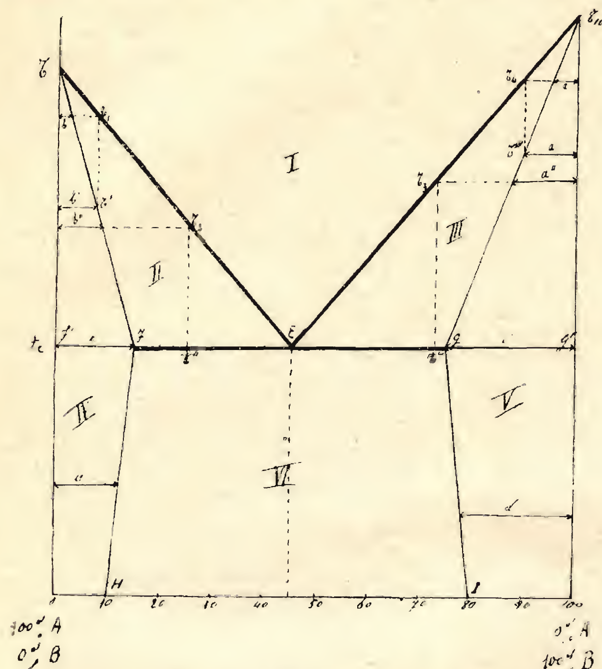


Fig. 2.

quella rappresenta la temperatura dell'inizio e della fine della solidificazione, e perciò durante tutto il tempo che questa dura, la temperatura rimane costante.

La fine della solidificazione, avviene, come per la lega eutectica alla temperatura T_4, ossia lungo l'ascissa te.

Infatti consideriamo una lega qualunque, ad esempio quella che inizia la sua solidificazione nel punto T_2. Sono cristallini dell'elemento A quelli che incominciano a separarsi dalla massa fusa; e man mano che avviene questa separazione, la soluzione solida, viene in proporzione ad arricchirsi sempre più di B cioè a concentrarsi. Per conseguenza il punto di solidificazione non sarà più T_2, ma si abbasserà, e tanto più quanto più forte sarà la quantità di cristallini di A che si sono separati. Arriverà il momento in cui la soluzione sarà così concentrata da essere diventata satura, e allora si separeranno i cristallini di A e i cristallini di B contemporaneamente, e la proporzione fra essi sarà naturalmente quella della lega eutectica, essendo satura la soluzione da cui provengono.

Altrettanto dicasi per ogni altro punto della curva T_0 T_4 T_{10}. Se il completamento della solidificazione avviene quando si raggiunge la composizione eutectica, la temperatura corrispondente sarà quella eutectica ossia te; e perciò unendo tutti i punti te si avrà un segmento parallelo all'asse delle ascisse.

Il diagramma della figura 1 mostra anche che al disopra della curva T_0 T_4 T_{10} la massa è allo stato fuso; che al disotto della linea te tutta la massa è solidificata e che nelle regioni comprese fra le due si ha massa fusa con cristallini di A a sinistra di T_4, e con cristallini di B alla destra di T_4.

La conferma che tutto il processo avvenga nella maniera descritta la si ha osservando al microscopio, dopo conveniente trattamento, la superficie levigata di un pezzo di lega del tipo considerato.

L'osservazione rivela delle strutture quali erano da prevedersi. Per tutte le leghe (alla temperatura ordinaria) comprese nella regione II, la microstruttura si presenta formata da cristallini dell'eutectico; per tutte le leghe comprese nella regione III la microstruttura risulta di cristallini B contornati dall'eutectico; la lega eutectica ha per componenti strutturali i soli cristallini dell'eutectico.

Caso della formazione dei cristalli misti. (Vedi fig. 2.)

Il diagramma in questo secondo caso assume la forma della fig. 2. Confrontandolo col diagramma precedente, si notano in più i segmenti TF, FH, $T_{10}G$, GI, e che la linea eutectica è limitata al tratto FG. Ma il significato di tutto il resto è, in via generale, il medesimo; soltanto che in luogo di ottenere la separazione di cristalli puri dell'elemento A, o dell'elemento B, o di entrambi, durante la solidificazione si ha separazione di cristalli misti. Questi cristalli misti hanno l'elemento A in prevalenza nella solidificazione che avviene lungo la TE, e si possono indicare con α; hanno invece in prevalenza l'elemento B, nella solidificazione che avviene lungo la $T_{10}E$, e si può indicarli con β.

Durante il raffreddamento avviene dunque quanto segue. Lungo la TE si inizia la separazione dei cristallini α; lungo $T_{10}E$ si inizia quella dei cristalli β; nel punto E, punto eutectico si ha separazione di α e β.

Ma se la linea lungo la quale ha inizio la separazione dei cristallini è la TET_{10} come nel diagramma precedente, quella lungo la quale ha luogo il termine della separazione è la $TFGT_{10}$, corrispondente soltanto per il tratto FG alla linea eutectica. Il che indica che solo le leghe il cui punto di completamento della solidificazione cade sulla linea eutectica, risultano formate di cristalli misti di uno dei due tipi, contornate dal congloromerato eutectico, mentre le altre risultano o di soli cristalli α, o di soli cristalli β.

Consideriamo la lega che inizia la solidificazione nel punto T_1. I cristalli misti α col raffreddamento si separano sempre più copiosamente finchè alla temperatura corrispondente a T_1 la solidificazione è completamente avvenuta. Ma siccome non è stata raggiunta, nè la temperatura, nè la composizione eutectica, non ha avuto luogo la formazione del conglomerato eutectico (cristalli α + cristalli β). Invece per la lega che inizia la solidificazione nel punto T_2, avviene che mentre dapprincipio si ha separazione di soi cristalli α, alla fine della solidificazione si ha separazione del conglomerato eutectico, perchè ad essa corrisponde la composizione e la temperatura eutectiche.

La composizione dei cristalli misti non è sempre la medesima come si intuisce: man mano che il raffreddamento progredisce, essi si vanno arricchendo dell'elemento che dapprincipio era in minor quantità. Così i cristalli α, che all'inizio contengono una piccola proporzione dell'elemento B, alla fine della solidificazione ne contengono una quantità maggiore: dette quantità sono date dai segmenti b, b', b'', ecc. Risulta quindi che la lega che ha l'inizio e la fine della solidificazione lungo il tratto T_1 T', ha dapprima i cristalli misti α con un contenuto del b % di B, e alla fine, con un contenuto del b' %. I cristalli della lega che inizia la sua solidifica-

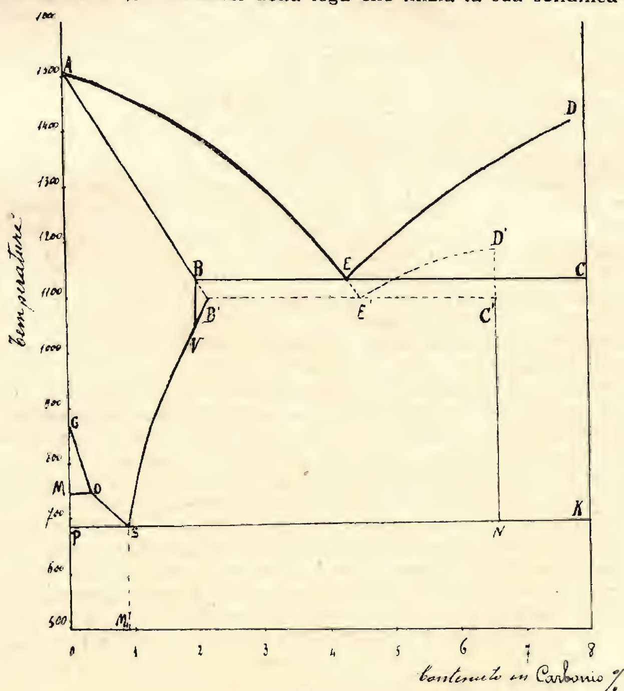


Fig. 3.

zione nel punto T_2, ha invece dapprima un contenuto del b'' % di B, e alla fine un contenuto dell'e %.

Analogamente dicasi per tutte le leghe che iniziano la solidificazione lungo il tratto $T_{10}E$, le quali contengono cristalli misti β con un contenuto variabile dell'elemento A, contenuto che è espresso dai segmenti a, a', a'', e'.

I segmenti FH e GI rappresentano l'andamento delle trasformazioni che subiscono i cristalli misti al disotto della temperatura eutectica. Lungo il tratto FH, i cristalli misti α che avevano raggiunto il contenuto massimo dell'e% di B, vengono ad impoverirsi di B come mostra, ad esempio, il segmento c; lungo il tratto GI, i cristalli misti β passano dal contenuto massimo dell'e'% di A ad un contenuto minore, come mostra il segmento d.

Riepilogando il diagramma si può dividerlo in sei parti. Nella parte I al disopra della TET_{10}, tutta la massa è fusa, mentre è tutta solidificata al disotto della $TFGT_{10}$. Nel campo II esiste massa fusa in presenza di cristalli misti α; nel campo III massa fusa in presenza di cristalli misti β; nel campo IV la massa è completamente solidificata ed è formata da cristalli misti α; nel campo V la massa è tutta solidificata e formata da cristalli misti β; nel campo VI la massa è solidificata e contiene il conglomerato eutectico ossia i cristalli misti α e i cristalli misti β.

Alla temperatura ordinaria le varie leghe risulteranno delle seguenti microstrutture: quelle contenenti fino ad e% di B, saranno formate da soli cristallini α: quelli contenenti fino al 45% di B ossia quelli che hanno il termine della solidificazione sul tratto FE, saranno formati da cristallini α contornati dall'eutectico ($\alpha + \beta$) quelle che hanno il termine della solidficazione sul tratto EG, risulteranno costituite da soli cristallini β contornati dall'eutectico ($\alpha + \beta$); quelle che hanno un contenuto fino a $100 - e'$ di B, ossia quelle che contengono da 0 a e'% di A risulteranno formate da soli cristallini β.

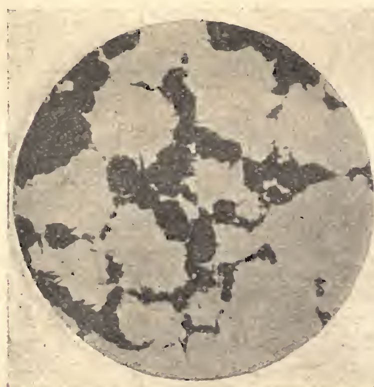
sue tre modificazioni; ma i punti di trasformazione A_3, A_2, A_1 subiscono un abbassamento tanto maggiore quanto più forte è la quantità di carbonio; e quando questa ha raggiunto un certo valore, essi si riducono dapprima a due soltanto, poi ad uno solo.

La lega che dà due soli punti di trasformazione è quella che contiene il 0,35% di carbonio, mentre quella che ne dà uno solo contiene il 0,95% di carbonio.

Il diagramma di Roozeboom, dopo quanto è stato detto sui diagrammi tipo, è di semplice interpretazione. L'asse delle ascisse indica come al solito, le percentuali dei due elementi: da sinistra a destra quella del carbonio; l'asse delle ordinate indica le temperature a incominciare da quelle di fusione dei due elementi.

Si noterà subito che per la parte a destra oltre il punto eutectico (E), il diagramma è incompleto; ma poichè le leghe Ferro-Carbonio che interessano l'industria contengono al massimo circa il 4% di carbonio, e in certi casi speciali soltanto fino al 6-7%, così il diagramma è sufficente per tutti i casi che si presentano nella pratica.

La curva AED segna i punti nei quali per le varie leghe si inizia la solidificazione. Ma mentre lungo il tratto AE si ha separazione di cristalli misti, lungo la ED si ha invece separazione di carbonio allo stato grafitico, cioè di *Grafite*. Inoltre i cristalli misti suddetti, invece di contenere il carbonio allo stato di grafite, lo contengono allo stato di carburo; a quest carburo che ha la formula Fe_3C, è stato dato il nome di *Cementite*. I cristalli misti, che risultano dunque di ferro γ



Troostite.



Grafite.



Austensite e sorbite.

in soluzione solida con la Cementite, hanno avuto il nome di *Austenite*.

Il completamento della solidificazione avviene lungo la $ABEC$, per il tratto BEC, linea eutectica, corrispondente alla temperatura di circa 1130°. Il punto eutectico E corrisponde ad una lega col 4,3% di carbonio.

Appena solidificate, le varie leghe risultano perciò costituite: di sola Austenite, se contengono da 0 a 2% di Carbonio; di Austenite contornata dall'eutectico, che è una mescolanza di Austenite e Grafite, se il contenuto in Carbonio varia dal 2 al 4,3%; di Grafite contornata dall'eutectico se il contenuto in Carbonio è superiore al 4,3%.

L'andamento suddetto si verifica quando il rafffreddamento delle leghe avviene molto lentamente; nel caso di un raffreddamento brusco la solidificazione segue la linea $AE'D'$ per l'inizio, e la linea $AB'E'C'$ per il completamento.

In questo caso, appena avvenuta la solidificazione, soltanto le leghe che contengono sino al 2,20% di Carbonio risultano come quelle del caso precedente, cioè formate da sola Austenite; quelle che contengono da 2,20 a 4,50% di Carbonio risultano di Austenite contornata dall'autectico, che è una mescolanza di Austenite e Cementite; e quelle che contengono più del 4,50% di Carbonio risultano formate da Cementite contornata dall'eutectico (Austenite+Cementite).

Si può dunque immaginare di essere di fronte a due sistemi sovrapposti i cui elementi sono Ferro e Grafite per l'uno, e Ferro e Cementite per l'altro; la solidificazione del primo segue l'andamento delle curve $DEABC$, e quella del secondo, le curve $D'E'AB'C'$.

Il sistema Ferro-Grafite corrisponde alle ghise grigie, le quali hanno più del 2% di Carbonio, vengono raffreddate lentamente, e contengono della Grafite; il sistema Ferro-Cementite corrisponde alle ghise bianche, le quali hanno anch'esse oltre il 2% di Carbonio, ma vengono raffreddate bruscamente e contengono molta Cementite. Soltanto il sistema

DIAGRAMMA DI ROOZEBOOM. (Vedi fig. 3.)

Il diagramma di solidificazione delle leghe Ferro-Carbonio, comprende in uno solo i due diagrammi tipo illustrati; esso è stato costruito in base a dati sperimentali dal Bakhuis Roozeboom. Però nello studio dell'argomento larga traccia avevano lasciato i precedenti lavori dell'Osmond di Roberts Auster e del Le Chatellier; e il diagramma di Roozeboom fu confermato dalle esperienze istituite in proposito al *National Physical Laboratory* di Londra nel 1904, dal Carpenter e dal Keeling. Vennero in seguito ulteriori conferme e leggere modifiche per opera dell'Heyn, Charpy, Benedicks, Giolitti ed altri ancora.

Prima di illustrare il diagramma di Roozeboom occorre premettere che il ferro può esistere in tre stati allotropici: ferro α, ferro β, ferro γ; e che i caratteri di ciascuna modificazione sono i seguenti:

Il ferro appena solidificato, il che avviene alla temperatura di 1510°, esiste nella modificazione γ, a circa 860° il ferro γ si trasforma tutto allo stato β con sviluppo di calore, e tale sviluppo dura fino a che tutta la trasformazione non è avvenuta completamente; a circa 750° il ferro β si trasforma in ferro α. Continuando il raffreddamento a circa 680° si ha un altro punto di trasformazione. Il ferro nei suddetti tre stati cristalizza nel sistema cubico; ma questi si distinguono fra loro per il fatto che il ferro γ non è magnetico e discioglie il carbonio, il ferro β non è magnetico e non discioglie il carbonio, il ferro α è magnetico ma non discioglie il carbonio.

Le temperature di trasformazione indicate si chiamano «*punti d'arresto*» perchè il raffreddamento giunto in quei punti subisce dei forti rallentamenti, poichè come si è detto, in essi si ha produzione di calore; questi punti d'arresto vengono indicati il primo con A_3 (860°); il secondo con A_2 (750°); e il terzo con A_1 (680°).

Nelle leghe Ferro-Carbonio il ferro si viene a trovare nelle

Ferro-Grafite rappresenta una forma stabile, perchè se è vero che alla temperatura ordinaria esiste la Ghisa bianca, ricuocendola a conveniente temperatura essa dà luogo a formazione di Grafite e la Ghisa diventa grigia.

Finora è stato considerato il raffreddamento delle varie leghe fino al momento della completa solidificazione, ossia fino alla temperatura di 1 00° come minimo; vediamo ora quello che avviene facendo proseguire il raffreddamento fino alla temperatura ordinaria.

Consideriamo le leghe che hanno fino al 2 % di Carbonio ossia gli acciai. Appena solidificate hanno per unico costituente l'Austenite, che è una soluzione solida di Cementite nel Ferro γ, contenente al massimo il 2 % di Carbonio sottoforma di Carburo. Questo contenuto in Carbonio va sempre più diminuendo sino a circa 690° seguendo l'andamento della curva *VS*, il che significa che con la diminuzione della temperatura si separa sempre maggior quantità di Cementite. Il completamento della separazione della Cementite ha per limite la temperatura indicata dalla *SK*. Al punto *S*, corrisponde la temperatura di 690° e un contenuto in Carbonio del 0,95 %.

Quando le leghe contengono meno del 0,95 % di Carbonio appena solidificate sono costituite da sola Austenite, ma giunto il raffreddamento alle temperature che hanno per estremi 860° e 690°, la soluzione solida non risulta più formata di Cementite nel Ferro γ, ma di Cementite nel Ferro α, e allora prende il nome di *Martensite*. Inoltre lungo la *GOS* la Martensite incomincia a separare del Ferro puro, al quale è stato dato il nome di *Ferrite;* e la separazione si arresta a temperature corrispondenti alla linea *PS*, così come la separazione della Cementite dall'Austenite si arresta alle temperature corrispondenti alla *SK*.

Al disotto delle temperature indicate dalla *PSK* nelle leghe contenenti da 0 a 0,95 % di Carbonio, si ha della Ferrite contornata da Ferrite+Cementite; in quelle contenenti oltre il 0,95 % di Carbonio, si ottiene invece della Cementite contornata da Ferrite+Cementite.

Il conglomerato Ferrite+Cementite, caratteristico per il suo aspetto al microscopio che lo fa assomigliare all'iridescenza perlacea, ha preso il nome di *Perlite;* esso consiste in una distribuzione lamellare alternata di Cementite e Ferrite.

Come si vede la parte del diagramma di Roozeboom, limitata superiormente dalla *GOSV*, può essere considerata un diagramma a sè del tipo di quello studiato a pagina precedente nei quali gli elementi in gioco sono il Ferro da un lato e la Cementite dall'altro.

Lungo la *GOS* si inizia la separazione della Ferrite, che ha termine nel punto *S*; lungo la *VS* ha luogo l'inizio della separazione della Cementite, che ha il termine nel punto *S* medesimo. La *PSK* può esser dunque considerata come linea eutectica, e alla temperatura ad essa corrispondente, avverrà la formazione dell'eutectico Ferrite+Cementite, che come è stato detto, ha preso il nome di Perlite.

Al disotto di 690°, e fino alla temperatura ordinaria non avvengono ulteriori trasformazioni: e gli acciai, alla temperatura ordinaria, risultano costituiti di Ferrite e Perlite, se contengono meno di 0,95 di Carbonio; di sola Perlite se ne contengono 0,95 %; di Cementite e Perlite se ne contengono oltre 0,95 %.

I punti *G*, *M*, *P* sono i punti di trasformazione allotropica del Ferro già trovati dall'Osmond, chiamati punti d'arresto ed indicati rispettivamente con A_3, A_2, A_1: al disopra del punto *G* (A_3) il Ferro esiste nella modificazione γ; fra *G* e *M* (A_2) esiste modificazione β; fra *M* e *P* (A_1), esiste nella modificazione α.

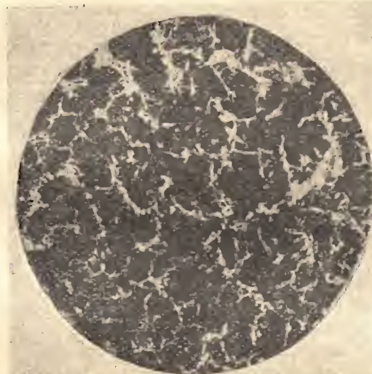
In lega col Carbonio, il Ferro sposta i suoi punti di trasformazione più in basso, secondo l'andamento della *GOS*: in *O* i punti A_3, A_2 si confondono insieme, mentre in *S* si confondono insieme A_3, A_2 A_1. Al punto *O* corrisponde una lega con 0,35 % di Carbonio e al punto *S*, come si è detto, una lega con 0,95 % di Carbonio.

È importantissimo notare che la separazione dell'eutectico Perlite avviene soltanto se il raffreddamento della lega al disopra della *GOSV* è lento; in caso contrario, quando il raffreddamento è brusco, alla temperatura ordinaria persiste la Martensite o l'Austenite.

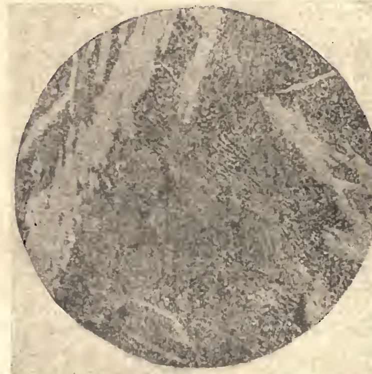
La Martensite è una trasformazione dell'Austenite, e a sua volta la Martensite si trasforma in Perlite, passando però attraverso due altri stadi che non sempre lasciano traccia: lo stadio di *Troostite* e di *Sorbite*. La Troostite è un aggregato di fini particelle di Cementite distribuite nel Ferro e costituente come una soluzione colloidale; la Sorbite è la medesima cosa, ma in essa le particelle di Cementite sono più grandi. Le strutture a base di Troostite e di Sorbite si ottengono bene in maniera indiretta, temprando prima l'acciaio e facendolo rinvenire; se la temperatura di riscaldamento non



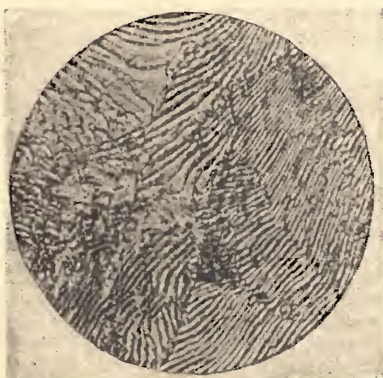
Ferrite.



Cementite.



Perlite e cementite.



Perlite.



Martensite.



Martensite e austensite.

oltrepassa i 400°, allora si ha Trocstite; se è compresa tra i 400° e i 700°, allora si ha Sorbite. Ma attuando il raffreddamento in modo tutto particolare, è possibile ottenere anche in una unica operazione di raffreddamento le seguenti trasformazioni:

Austenite → Martensite → Troostite → Sorbite → Perlite

L'importanza pratica del diagramma di Roozeboom è grandissima perchè mostra in qual modo la variazione della struttura delle leghe Ferro-Carbonio è funzione della temperatura e del contenuto in Carbonio; e si sa che le qualità fisiche e meccaniche delle leghe dipendono dalla struttura. Esso perciò rappresenta una guida sicura per la preparazione, per il trattamento termico, per il controllo delle ghise, degli acciai al Carbonio e degli acciai speciali, perchè oltre a dare indicazioni dal lato qualitativo, le precisa anche dal lato quantitativo, avendo i costituenti strutturali, campo di variare entro limiti strettamente definiti.

Così il diagramma di Roozeboom dice che la presenza di *Grafite* in una lega Ferro-Carbonio è possibile, se il contenuto in quest'ultimo elemento supera il 2%, perchè è lungo la *BE* che avviene la separazione dell'eutectico che contiene la Grafite, e che inoltre, per agevolare detta separazione, occorre raffreddare lentamente la lega sino alla temperatura di 1130° corrispondente alla *BE*. Che per ottenere della Ghisa ricca in *Cementite* (ghisa bianca), occorre raffreddare bruscamente la lega — contenente più del 2,20% di Carbonio — in modo da spostare la solidificazione lungo la *B'E'*, che rappresenta il luogo dei punti nei quali avviene la separazione dell'eutectico contenente Cementite libera. Che tutti gli acciai raffreddati lentamente contengono della *Perlite* perchè in questo modo si dà alla lega la possibilità di lasciar separare all'incontro con la *PSN* (temperatura di 690°), l'eutectico Cementite+Ferrite, chiamato appunto Perlite; che invece raffreddati bruscamente mantengono in tutto o in parte la struttura a base di *Martensite* (o di *Austenite*), a seconda del contenuto in Carbonio e della temperatura che la lega aveva quando è stata bruscamente raffreddata, che però deve essere sempre superiore a quelle definite dalla *GOSV*.

Infatti nel campo limitato dalla *GOSVBAG* esiste alle alte temperature, l'Austenite; alle temperature inferiori la Martensite che da essa deriva. Ma la Martensite, proprio all'incontro con la *GOSV*, subisce delle trasformazioni per le quali incomincia a separare della *Ferrite* lungo la *GOS* quando l'acciaio contiene meno di 0,95% di Carbonio; e della *Cementite* lungo la *SV*, quando ha più di 0,95% di Carbonio. La separazione della Ferrite o della Cementite è completa all'incontro con la *PSK* che rappresenta una temperatura eutectica. È naturale che per avere alla temperatura ordinaria una struttura a base di Martensite, occorra impedire il compiersi delle suddette trasformazioni; e ciò si ottiene raffreddando bruscamente l'acciaio in acqua, quando è a una temperatura superiore a quella del punto di trasformazione sulla *GOSV* che gli corrisponde, che è il punto A_3.

In pratica perchè si ottengano i migliori risultati, occorre portare l'acciaio a una temperatura soltanto di 25-50° superiore al punto A_3, e ciò per evitare una struttura a base di Austenite, che è meno dura della Martensite, e non darebbe alla lega il massimo di durezza.

I costituenti strutturali delle leghe si individuano con l'osservanza microscopica, previo trattamento dei campioni in modo da renderne levigatissima la superficie, sottoponendo la parte levigata all'azione di speciali reattivi che hanno il potere di operare o una colorazione o una leggera corrosione, lavando e asciugando.

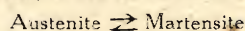
La forma e la disposizione dei cristalli, il loro grado di corrosione, la colorazione da essi assunta, sono dati sufficienti per caratterizzare i varî costituenti.

L'osservazione della struttura permette un assai proficuo controllo della riuscita della preparazione, o del trattamento di una lega; e può dar ragione delle difettose qualità riscontrate sulla medesima. Essa completa quello operato dall'analisi chimica.

La struttura e la legge delle fasi.

Lo studio del diagramma di Roozeboom mostra che in seno alle leghe avvengono delle trasformazioni, ma soltanto quando le condizioni di esistenza di una data struttura (temperatura, pressione e concentrazione degli elementi) vengano variate.

Queste trasformazioni sono reversibili, cioè avvengono tanto in un senso, quanto nel senso opposto; così mentre l'Austenite si trasforma in Martensite, anche questa può trasformarsi nuovamente in quella, il che si indica con la notazione:



Le leghe si possono quindi considerare come tanti sistemi materiali in equilibrio, intendendo che un sistema si dice in equilibrio quando nelle condizioni in cui si trova, non tende in nessun modo a trasformarsi.

Gli equilibri dei sistemi materiali sono stati ampiamente studiati dal Gibbs più di mezzo secolo fa, il quale ha trovato la legge, riguardante le trasformazioni dei medesimi, che porta il nome di *legge delle fasi*.

In un sistema in equilibrio sono da considerarsi il numero dei *componenti indipendenti*, ossia le sostanze base di tutte le trasformazioni, il numero delle parti fisicamente omogenee di cui si compone, chiamate *fasi*; il numero delle possibilità che ha il sistema di subire delle variazioni dallo stato in cui si trova, detto *grado di varianza*, o grado di libertà.

Fra questi numeri vi è una relazione di reciproca dipendenza, ed è precisamente questa la legge delle fasi. Se si indica con n il numero dei componenti indipendenti, con φ il numero delle fasi e con V il grado di varianza, si ha:

$$V = n + 2 - \varphi$$

Ciò significa che il numero dei fattori dell'equilibrio che si può far variare in modo indipendente, cioè senza alterare l'equilibrio, è $n+2-\varphi$.

Per le leghe metalliche però, siccome si opera sempre a pressione ordinaria, ossia a pressione costante, il numero dei fattori dell'equilibrio è dato da $n+1-\varphi$ ossia per esse la legge delle fasi si esprime con:

$$V = n = 1 - \varphi$$

Il grado di varianza di un sistema può essere eguale a zero, ad 1, a 2, a 3, ecc., a seconda dei valori di n e di φ; nel primo caso il sistema è invariante, cioè non può subire nessuna variazione dallo stato in cui si trova, senza che l'equilibrio si sposti; nel secondo caso è monovariante, cioè l'equilibrio del sistema sussiste anche variando uno dei fattori di esistenza del medesimo; nel terzo caso è bivariante, ossia l'equilibrio sussiste anche variando due dei suoi fattori di esistenza, ecc.

Ogni struttura rappresenta un sistema del quale i costituenti strutturali sono le fasi; esso è definito oltre che dai costituenti strutturali, dalla temperatura e dalla concentrazione dei componenti indipendenti che consentono la sua esistenza.

Per le leghe Ferro-Carbonio, il numero dei componenti è 2 ($n=2$); e poichè il minimo grado di libertà possibile in ogni sistema in equilibrio è zero ($V=0$), ne segue che sostituendo nella relazione che esprime la legge delle fasi, ad n e V i valori anzidetti, si ha:

$$V = n + 1 - \varphi$$
$$0 = 2 + 1 - \varphi$$

da cui si ricava che $\varphi = 3$.

Ciò significa che il massimo numero possibile di fasi in equilibrio costituenti una determinata struttura, nelle leghe suddette è 3.

La legge delle fasi applicata ad ogni struttura delle leghe Ferro-Carbonio, dà ragione del comportamento della medesima col variare delle condizioni di esistenza; e le variazioni eventuali che in essa si producono, avvengono entro i limiti assegnati dal diagramma di Roozeboom.

Così le condizioni di esistenza di una sola fase — Austenite o Martensite — sono definite nel diagramma di Roozeboom, dall'area *ABVSOGA*, ossia l'esistenza di una sola fase è possibile entro forti variazioni di temperatura e concentrazione del Carbonio. La legge delle fasi dice altrettanto: infatti poichè $\varphi = 1$, si ha:

$$V = 2 + 1 - 1 = 2$$

cioè che i gradi di libertà sono due, e quindi, entro certi limiti, si può far variare la temperatura e la concentrazione del carbonio senza che la struttura cambi.

Le condizioni di esistenza di due fasi — ad esempio Martensite e Ferrite — sono definite da una linea, che è la *GOS*; il che porta di conseguenza che fissando la temperatura, resta fissata senz'altro la concentrazione del Carbonio corrispondente, che permette l'esistenza della Ferrite e della Martensite e viceversa; ossia il grado di libertà è 1, e si può fissare a piacere entro certi limiti — o la sola temperatura, o la sola concentrazione del Carbonio.

La legge delle fasi dice egualmente. In questo caso $\varphi = 2$, quindi

$$V = 2 + 1 - 2 = 1$$

ossia il sistema ha un solo grado di libertà.

Le condizioni di esistenza di 3 fasi — ad esempio Ferrite, Martensite, Cementite — sono rappresentate dal punto *S*, che definisce la temperatura e la concentrazione del Carbonio; e non può essere che un punto perchè una tale struttura rap-

presenta, come si è visto, un sistema il cui grado di libertà è zero ($V=2+1-3=0$).

La legge delle fasi serve a far giudicare se le fasi di una struttura rappresentano un sistema in equilibrio alla temperatura ordinaria, e quale sarà il suo comportamento col variare della temperatura o della concentrazione dei componenti indipendenti. Per definire i limiti delle possibili variazioni serve il diagramma di Roozeboom.

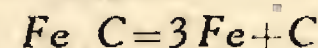
Così un acciaio che alla temperatura ordinaria ha una struttura costituita da 2 fasi rappresentando essa un sistema monovariante, può essere termicamente trattato, perchè la variazione della temperatura non apporterà nessun cambiamento di struttura; ma ciò, come mostra il diagramma di Roozeboom, fino alla temperatura individuata dalla PSK, perchè a questa avviene un cambiamento.

Una ghisa acciaiosa invece non potrà subire alcun trattamento termico senza perdere le sue qualità. Infatti essa si distingue per il suo forte contenuto in Cementite; e contiene inoltre le altre due fasi, Grafite e Ferrite.

In questo caso il grado di varianza è zero:

$$V=2+1-3=0$$

e il sistema non consente alcuna variazione; perciò non si può cambiare alcuna condizione senza cambiare tutto il sistema. Il cambiamento possibile è quello di trasformare la Cementite, in Ferrite e Grafite:



$$Fe\ C=3Fe+C$$

fino a scomparsa della Cementite; il sistema, soltanto allora diventa monovariante, perchè non esistono più tre fasi, ma due:

$$V=2+1-2=1$$

Si vede dunque come facendo subire un trattamento termico alla ghisa acciaiosa, si ottiene un prodotto più scadente, perchè quello che costituisce l'elemento essenziale delle sue caratteristiche verrebbe distrutto da detto trattamento.

La pratica conferma la teoria.

Dott. ARGEO ANGIOLANI
già assistente nella R. Università di Torino.

ARGOMENTI SULLE TURBINE IDRAULICHE

Negli ultimi numeri della *S. p. T.* di questo anno abbiamo accennato brevemente al calcolo e alla costruzione delle turbine idrauliche. Per gli studiosi di questa speciale meccanica riesce interessante conoscere, per quanto in rapidissima sintesi, il suo sviluppo teorico e tecnico-costruttivo che strettamente si collega a quello delle nostre industrie idro-elettriche.

La macchina motrice idraulica è antichissima. In origine essa era a ritrecine, conosciuta ed impiegata per la macinazione del grano in oriente e sulle coste mediterranee dell'Africa, importata in Italia probabilmente dai Saraceni. Il Vitruvio nel primo secolo a. C. parla di una motrice idraulica a ritrecine descrivendo un palmento a macine piane. Senza volerci perdere nelle sue prime origini, osserviamo che il suo impiego ebbe vasta diffusione nella macinazione del grano, nei cotonifici, nelle segherie, ecc. (modeste industrie sparse lungo piccoli e grandi corsi d'acqua) conservando per lunghissimi anni, per secoli, il concetto teorico che primordialmente l'animava — utilizzare il peso d'acqua — e ancora oggi ci riesce di trovare qualche esempio di tali impianti in piccoli proporzioni, funzionanti per conto terzi.

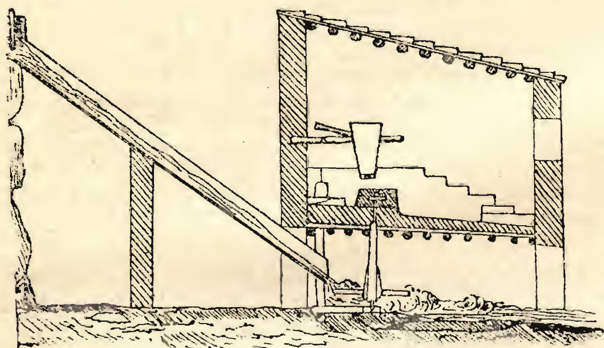


Fig. 1. — Motrice a ritrecine.

Le antichissime motrici idrauliche erano in legno; una ruota formata da un mozzo portante intorno una serie di pale piane, concave o cassetto. In questi impianti l'acqua incanalata più o meno razionalmente, effluendo, colpiva la ruota dall'alto e con il proprio peso dava alle pale, successivamente colpite, un impulso che si traduceva in moto continuo rotativo. Certamente il suo primo apparire dovette produrre grande impressione nella mente dell'uomo se si pensa che il concetto del movimento meccanico si identificò con le forme diverse di lavorazione indicando nel nome unico *molino* in tutte le lingue, la presa d'acqua, il canale, la motrice idraulica e la macchina operatrice, talchè ancora oggi troviamo la denominazione inglese: *paper-mill* (cartiera), *cotton-mill* (cotonificio), *saw-mill* (segheria), ecc. e la denominazione tedesca *oel-mühle, sage-mühle, papier-mühle, reis-mühle*, ecc. Per una lunga epoca, a parte insignificanti modificazioni, non si è roscontrato alcun vero progresso nella costruzione delle macchine idrauliche.

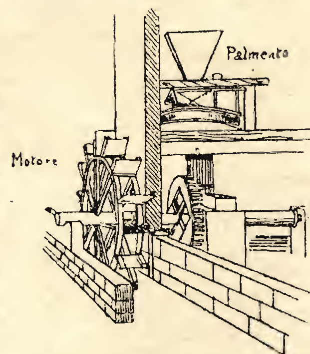


Fig. 2.

La tenacità con la quale la motrice idraulica ha conservato il suo antichissimo primitivo concetto ha riscontro in quella con la quale si è conservata la forma del palmento per lunghi secoli (cioè macina inferiore fissa e superiore mobile) ed è notevole il rispetto a certe tradizioni di impianto, come il volere far servire ciascun palmento da una singola turbina, curioso pregiudizio durato fino al 1830, e fu solo in sèguito al diffondersi delle costruzioni meccaniche, ma più che altro all'apparire della macchina a vapore, che si affermò l'idea di muovere parecchi palmenti con una sola motrice.

Le vecchie ruote erano ad albero verticale o orizzontale, e comunque progettate per essere colpite dall'acqua per disopra, per disotto o per difianco, l'acqua agiva per il proprio peso o per la sua velocità. Il rendimento effettivo non superava il 30 %.

Per non parlare di innovazioni di poca importanza industriale, particolari comunque trascurabili, arriviamo alla fine del 1700 per trovare un primo progresso nel campo delle ruote idrauliche. In quell'epoca appunto il generale Poncelet, meccanico e matematico, costruiva la sua ruota per disotto a pa-

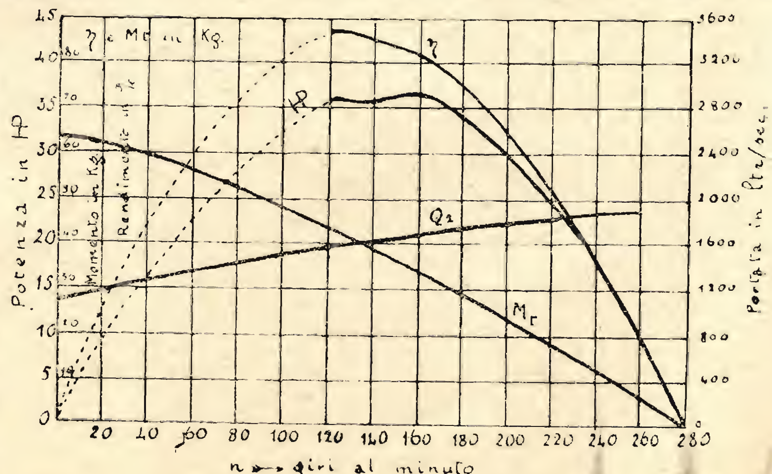


Fig. 3. — Curve caratteristiche di una turbina di Escher e Wyss. - $H=2$ m. $De=500$ mm.



Fig. 4.

lette ricurve. Essa era costituita da una corona cilindrica portante un dato numero di palette curve disposte in modo che il primo elemento di ciascuna si trovasse nella direzione della velocità relativa di entrata dell'acqua rispetto alla ruota e l'acqua ne uscisse con una velocità relativa tale che componendosi con la velocità periferica desse luogo ad una velocità assoluta di uscita assai inferiore alla velocità assoluta di entrata. Veniva applicato il principio allora stabilito: *perchè un motore produca il miglior effetto è necessario che l'acqua si introduca senza urti e l'abbandoni senza velocità.* Tale principio fu meglio idealizzato in pratica dal Sagebien adottando una ruota costituita da tramezzi piani scorrenti lungo una corsia che unisce il canale di presa al canale di scarico. Questi tramezzi erano disposti secondo la direzione media della velocità relativa di uscita dell'acqua rispetto alla ruota nel canale di presa. In essa l'acqua sembrava riposarsi sulla superficie delle palette e l'abbandonava nel modo più soddisfacente che nella ruota Poncelet, raggiungendo un rendimento elevatissimo dell'80-90 % mentre quella difficilmente ne raggiungeva il 70.

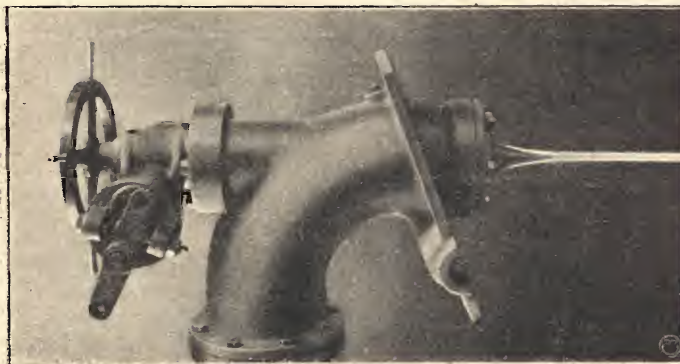


Fig. 6.

Ma ancora siamo ben lontani dalle moderne ruote idrauliche. Il primo importante impulso allo studio di queste motrici è stato dato verso il 1850 dal matematico Eulero *(Memorie dell'Accademia di Berlino 1754)* che proponeva delle modifiche alla ruota Segner tali da mutare tutto il concetto teorico che fino allora dominava in tali costruzioni portando un contributo prezioso di osservazioni ardite e geniali su le quali oggi è fondata la teoria delle turbine a reazione.



Fig. 8.

Con la ruota da lui proposta (in collaborazione al figlio) si cominciano a disegnare le due parti delle moderne turbine a reazione: una fissa che fa da serbatoio, distributore dell'acqua, e l'altra mobile, che è il vero ricevitore della forza idraulica che gira solidale con l'albero.

Il principio della reazione nella ruota di Eulero si spiega in modo assai chiaro con il pendolo idro-dinamico, cioè: sospendendo ad una fune un recipiente pieno d'acqua, praticatovi un foro verso il fondo, quando si permetterà all'acqua di sfuggire orizzontalmente si vedrà il recipiente spostarsi nel senso opposto al getto, e ciò per effetto della spinta che è data dalla portata in massa per la velocità assoluta di efflusso. Questa ruota forse non fu mai costruita ma ciò non toglie che essa fu base alle moderne costruzioni. Praticamente tale turbina fu realizzata dal Mannoury d'Ectot con il suo *levier ydraulique* consistente in un tubo ricurvo ad archi di evolvente di circolo, simmetrici, i quali formavano una specie di volante fisso ad un albero verticale. L'acqua era condotta da un tubo applicato alla presa e immersa in una apertura circolare praticata al centro del volante. L'acqua sfuggiva dall'estremità delle razze producendo la forza di reazione che faceva girare la ruota nel senso contrario a quello dell'efflusso del liquido.



Fig. 5.

Ricerche affannose e studî appassionati si susseguono in questo periodo, arrivando a volte a dei risultati teorici paradossali per le applicazioni pratiche, perchè complicatissimo ed ancora non definito è il fenomeno che accompagna il movimento dei filetti liquidi tra due pale consecutive. Ricordiamo per la storia che nel 1827 la Società l'Incoraggiamento Francese promosse un premio di L. 6000 per il progetto di una motrice che meglio rispondesse alla pratica applicazione. Tale premio fu vinto dal Fourneiron con tre turbine il cui tipo fu in brevissimo tempo diffuso per tutta l'Europa.

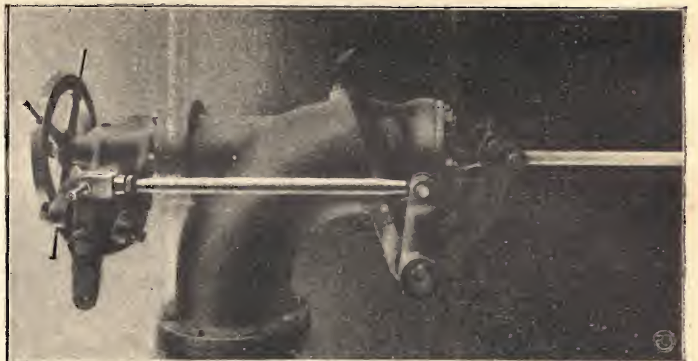


Fig. 7.

Appena dopo Fontaine progettava la turbina ad *elice* realizzando nel modo migliore l'applicazione del principio di Eulero e Burdin. Ad essa è seguita dopo la Jonval che, per la sua diffusione, possiamo ritenere la più antica turbina a reazione.

Un vero e grande contributo allo studio delle macchine idrauliche è stato portato dalle ricerche sperimentali essenzialmente pratiche; si deve in *generale* allo studio teorico delle loro curve caratteristiche, ampiamente sviluppato dal Rateau

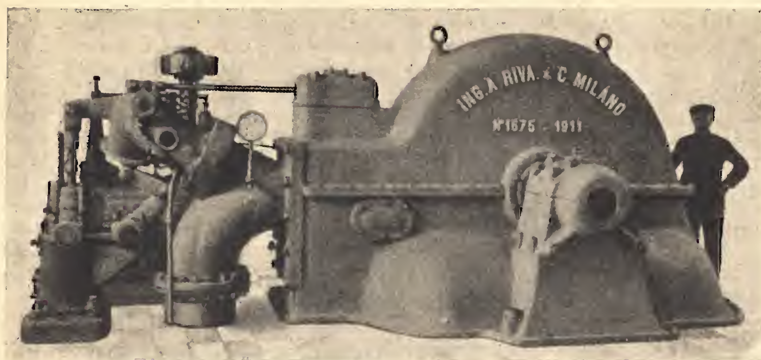


Fig. 9. — Turbina « Pelton » con deviatore automatico del getto. Tre unità: potenza complessiva $N = 18\,000$ cavalli Impianto del Mallero (Sondrio) - 1911 - Società Idroelettrica - Milano.

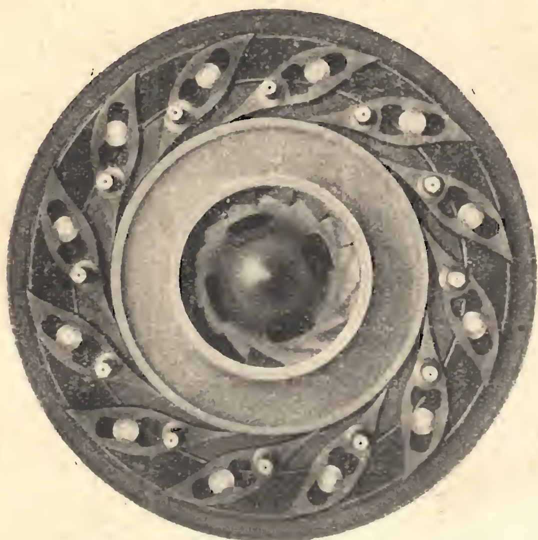


Fig. 10. — Distributore a comando interno.

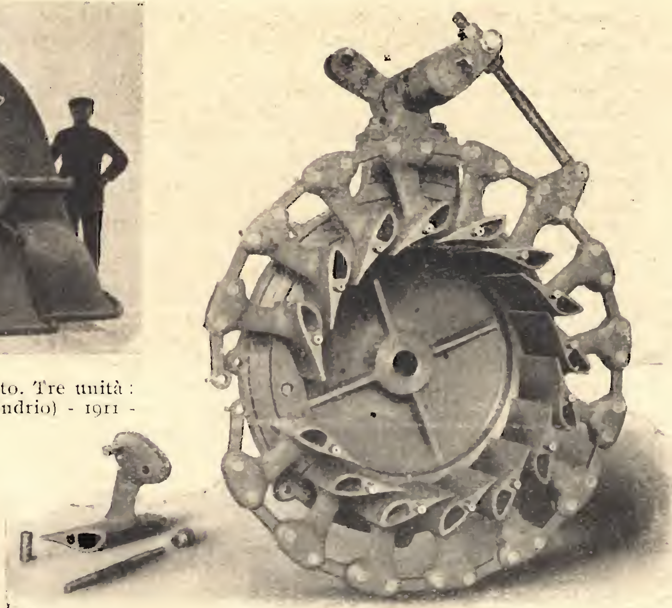


Fig. 12. — Distributore con comando a catena.

e dal Pfarr (1), per citarne i maggiori, ma in *particolare* la chiave di tali progressi è racchiusa nel motto: *provando e riprovando.*

Le curve caratteristiche di una turbina idraulica si hanno fissando una determinata apertura del distributore, variando il momento torcente sviluppato (praticamente si frena più o meno a macchina) e misurando il numero dei giri della ruota, determinando corrispondentemente il valore della potenza sviluppata e del rendimento. Riferendoci per esempio ad un sistema di assi ortogonali, portiamo sull'asse delle ascisse il valore dei numeri dei giri al minuto primo e sull'asse delle ordinate i momenti torcenti, le potenze sviluppate

$$\left(\frac{1}{716{,}2} \times n\, M_t\right)$$

ed i rendimenti. Otterremo tre curve caratteristiche (fig. 3) *Mt, HP,* η, corrispondenti ad una determinata posizione degli organi di regolazione. È chiaro che variando l'apertura del distributore e determinando i tre valori accennati per ciascuna posizione degli organi di regolazione, avremo tre famiglie di curve che ci mostreranno le proprietà della macchina. Si capisce poi come si possano tracciare anche altre curve speciali, così per esempio hanno una importanza particolare per lo studio della regolazione le *linee di regime* di Léanté, ottenute determinando per ogni valore del carico, il valore di *n* corrispondente a una serie di posizioni ben determinate degli organi di regolazione. Osserviamo che dette linee si possono determinare teoricamente, con sufficiente approssimazione, supponendo noti gli elementi costruttivi della macchina.

In questi ultimi anni si è arrivati con le turbine Pelton (ad azione) e con le turbine Francis e derivate (a reazione) a risolvere in modo veramente soddisfacente l'importante problema del motore idraulico di cui si è parlato nei numeri pre-

(1) Vedi: Rateau, *Traité des turbomachines;* Pfarr, *Di Turbinen für Wasserkraftbetrieh.*



Fig. 11. — Turbina con distributore a comando esterno.

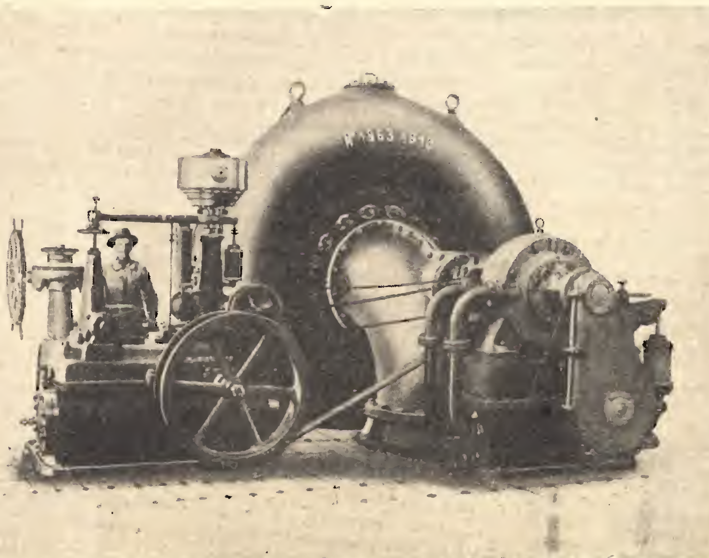


Fig. 13.

cedenti della *S. p. T.* ed un vero contributo allo studio di queste moderne turbine in Italia è stato portato dall'Ingegner Prof. G. Belluzzo.

Allo sviluppo teorico si è accompagnato il perfezionamento grandioso delle costruzioni meccaniche. Il contributo italiano alla teoria delle motrici idrauliche non è stato in passato notevolmente significativo forse perchè la loro essenza indubbiamente legata al progresso di industrie speciali (tessitura, filatura, molini, segherie, ecc.) non poteva trovare il campo atto a svilupparsi, benchè abbondantissime fossero le nostre energie idrauliche.

Ma con il progredire delle attività industriali nazionali, mentre rimaneva insoluto il problema dei combustibili, si è da pochi anni manifestato un meraviglioso risveglio nel campo idroelettrico. Ed è doveroso riconoscere che alla evoluzione tecnica ed industriale dello sfruttamento del carbone bianco, che costituisce la maggior ricchezza nazionale, fonte perenne di energia e di vita, la Società Riva, se non l'unica, certamente la più importante in Italia, ha portato uno dei maggiori contributi con geniale innovazione, con continui perfezionamenti nelle costruzioni e particolarmente con lo studio e con l'esecuzione di macchinario speciale e di grande potenza.

Per accennare a qualche geniale innovazione ricordiamo ai lettori della *S. p. T.* che hanno seguìto i nostri cenni negli articoli precedenti, il *deviatore automatico del getto* ed il *dispositivo a catena*. Nelle figg. 4, 5, 6 è rappresentato il distributore circolare Doble per le ruote Pelton. La sua applicazione ha evitato la ragione di perdite che si avevano con tutti i precedenti sistemi di distribuzione, perchè il getto conserva inalterata la sua forma perfettamente cilindrica, pur diminuendo la sezione del getto fino ad avere l'apertura di 2/10 della totale con un rendimento del 98 %. Nelle figure 7 e 8 è rappresentato il deviatore automatico del getto per la regolazione.

Con esso si ha il modo più semplice di regolare la velocità, — chiudere lentamente il distributore, senza variare l'efflusso del getto come avveniva con lo scarico sincromo propriamente detto.

Per chi non ha seguìto i cenni precedentemente pubblicati, mostriamo nella fig. 9 riprodotta una turbina Pelton ove appare chiaramente la motrice ed il dispositivo per la regolazione nei suoi organi essenziali.

Interessante è anche il comando a catena del distributore per la parzializzazione delle Francis. Il distributore a comando interno (fig. 10) con anello di regolazione a perni e corsoi in corrispondenza di scanalature praticate sulle singole pale, non può essere usato con vantaggio che per cadute moderate ed acque limpide. Più semplice e preferibilmente usato per alte cadute e per acque non limpide è il comando esterno (fig. 11) ove ogni organo è posto fuori il contatto dell'acqua.

Ma il distributore con comando a catena (fig. 12) oltre a non avere le restrizioni accennate nei precedenti, presenta in questi ultimi il vantaggio della manovra più facile e più semplice, e permette un facile smontaggio del dispositivo ed un più sollecito ricambio delle pale.

Dal lato industriale poi per avere un'idea del contributo che la società accennata ha portato alla utilizzazione della forza idraulica basta pensare che ha costruito impianti per una potenza complessiva di circa 2 000 000 HP effettivi. Tale utilizzazione in Italia fu iniziata con impianti di qualche importanza, come è stato detto, circa 25 anni or sono, ed al riguardo è degno di particolare rilievo l'impianto di Paderno che segna il principio di turbine di grande potenza (1), non avendosi in allora alcun altro esempio di turbine di oltre 2000 HP ciascuna.

Concludendo possiamo con orgoglio notare di esserci in queste costruzioni emancipati dalla Industrie Estere non solo ma di esserci affermati fuori sin dal 1900 con la costruzione di turbine da 3000 HP per le cascate del Niagara le quali costituiscono la prima importante affermazione del genere dell'industria europea in America.

Nella fig. 13 è rappresentata una turbina Francis con camera forzata a spirale, della Società Italiana Carburo di Calcio del Velino (3° gruppo) per una caduta di 190 metri, con una portata di 500 litri, sviluppante una potenza di 9600 HP con un numero di giri, veramente sorprendente, di 900 al minuto.

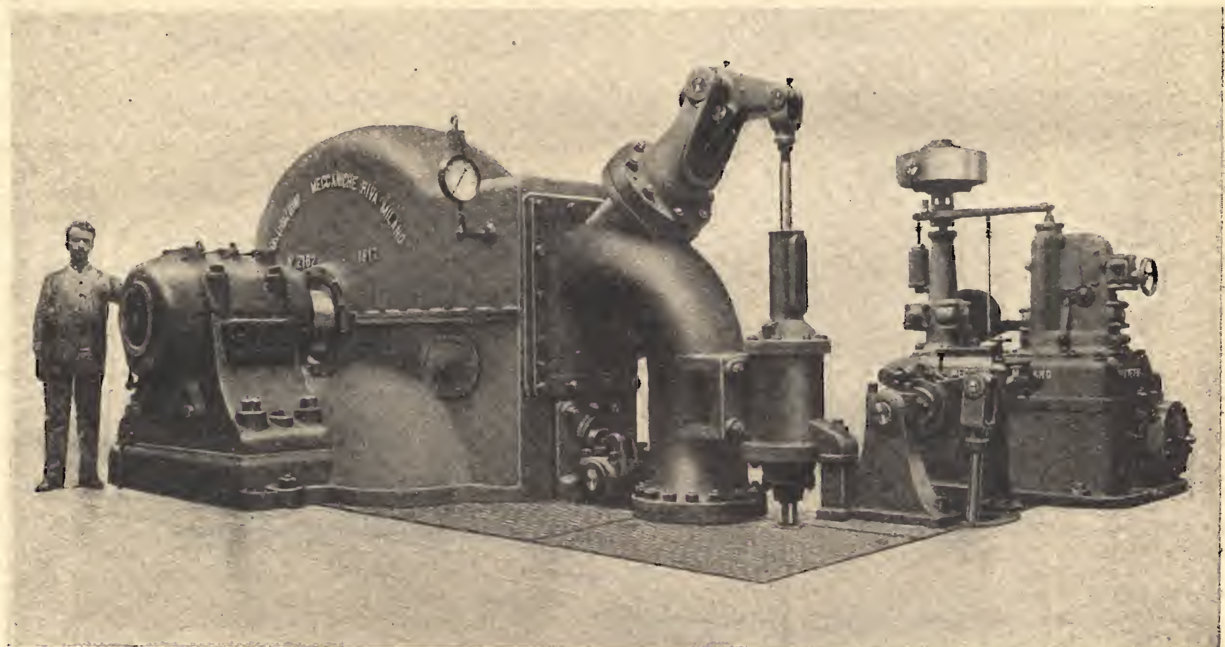


Fig. 14. — Turbina 14 000 HP - caduta m. 525 - per l'impianto Lys della Soc. Italiana Ernesto Breda.

Osserviamo infine che sovente nelle industrie idro-elettriche l'applicazione della macchina operatrice — pompa centrifuga — ha portato un grande ausilio. Per esempio in certi impianti assume un grande interesse l'istallazione di pompe destinate al servizio di accumulazione di energia come nell'impianto di Viverone della Società Elettricità Alta Italia ove, nelle ore notturne, di minima richiesta di energia, la potenza elettrica disponibile aziona delle pompe assorbenti circa 5000 HP ciascuna che elevano l'acqua dal lago inferiore di Viverone a quello superiore di Bertignano vincendo un dislivello di circa 150 metri. La riserva idraulica viene utilizzata nelle ore diurne, nel momento di maggior richiesta, per superare le così dette punte del servizio di distribuzione, mediante turbine sviluppanti ognuna 5000 HP.

Ing. P. A. MADONIA.

(1) Per tale impianto fu allora bandito un concorso fra i più reputati cosruttori mondiali e la commissione nominata per l'esame, ha prescelto le costruzioni ideate dalla Casa nazionale. Osserviamo che i 2000 HP delle turbine Paderno che negli anni 1896-98 costituivano gruppi molto considerevoli, oggi sono comunissimi e che la potenza di 25 000 HP non viene considerata come una eccezione straordinaria, esempio due turbine della potenza di 26 000 HP ciascuna, in costruzione e destinate allo sfruttamento di un salto lordo di circa 1100 metri (impianto di Venaus in valle di Susa, della Società Forze Idrauliche del Moncenisio).

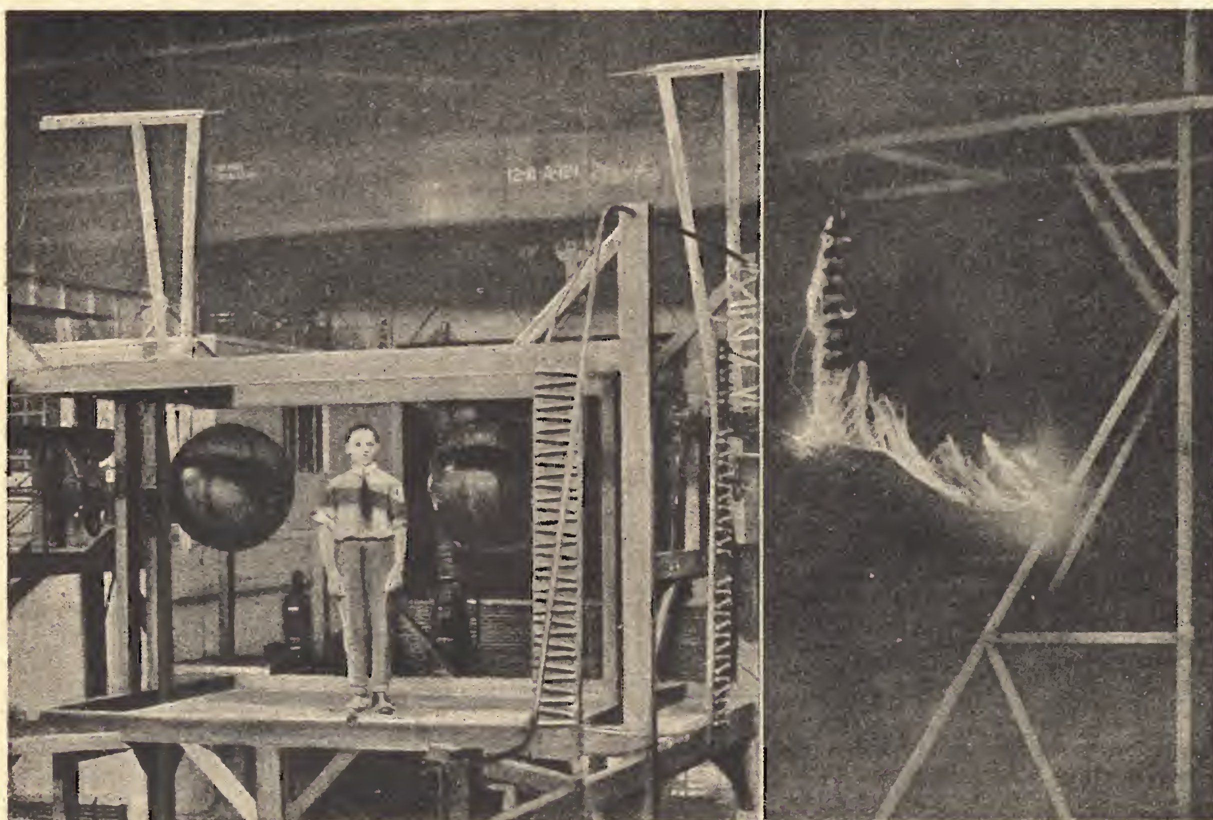
IL POTENZIALE DELL'AVVENIRE

Il progresso dell'uso dell'elettricità più che ad una semplice questione di tempo, sembra legato alla scoperta di mezzi pratici per la distribuzione dell'energia elettrica attraverso i territorî delle grandi nazioni. Sono stati di recente annunziati i risultati di una serie di prove compiute in America (Stati Uniti), per realizzare la produzione di una corrente industriale al potenziale altissimo di un milione di *volts* e la sua trasmissione attraverso una linea debitamente isolata. Tali esperimenti sembra abbiano in definitivo provato che tali altissimi potenziali possono essere praticamente realizzati, e che però immani lavori resterebbero da compiere prima di poter trasformare per il loro trasporto le linee di trasmissione elettrica che, al presente, negli impianti più grandiosi, non superano la potenzialità di 220 mila volts.

Un potenziale di 1 milione di volts rappresenta per l'appunto quasi il quintuplo della energia che finora si sia riusciti a trasportare industrialmente (220.000 volts) precisamente per una linea della Southtern California Edison Company, della quale, per altro, non si è completata la costruzione. Lo stesso potenziale rappresenta quasi un cinquantesimo di quello che secondo il Dott. Steinnetz, noto ingegnere elettricista, si dovrebbe riscontrare nel fulmine, di guisa che, con una ardita immagine, potremmo dire che la moderna industria si avvia ad utilizzare per i proprî usi quotidiani una copia, non molto ridotta, di quella energia naturale, considerata finora come una grande distruttrice, che è la folgore.

I notevoli esperimenti ad alto voltaggio nei quali fu raggiunto il potenziale di 1 milione di volts, sono stati eseguiti nello speciale laboratorio della General Electric Company a Pittyfield, nello Stato del Massachusset. Questi esperimenti hanno fornito un prezioso contributo allo studio dei fenomeni relativi agli alti voltaggi, studio che, come è noto, costituisce una costante preoccupazione dei moderni tecnici dell'elettricità, poichè su esso si fonda il problema della trasmissione di questa energia a grandi distanze. All'uopo sono stati a collaborare e ad assistere alle varie prove eseguite, i più noti elettricisti della Confederazione del Nord America, quegli stessi che hanno avuto la fortuna di seguire da vicino in ogni sua fase lo sviluppo dell'industria della distribuzione a distanza dell'elettricità, dai suoi principî, quando, nel 1891, si giungeva ai 15.000 volts, fino ai 220.000 della linea della California meridionale.

L'opportunità di ricorrere ai potenziali elevati per la trasmissione dell'energia elettrica a grandi distanze è ormai compresa da tutti. È classico il paragone elementare che si suol stabilire tra l'energia elettrica che percorre un conduttore e l'acqua convogliata da una conduttura. Più alta è la pressione nel caso dell'acqua ed il voltaggio nel caso della corrente elettrica, minore è la perdita causata dalla resistenza che nell'uno e nell'altro caso offre il mezzo di trasporto. Ne consegue che i costruttori di una linea elettrica devono dibattersi in questa alternativa: o usare un conduttore molto grosso, sì da rendere minima la resistenza ed in tal caso si può trasportare una corrente a voltaggio basso, o usare un conduttore sottile ed un voltaggio alto, provedendo però ad assicurare opportunamente il migliore isolamento della linea. Praticamente il problema viene messo in rapporto al costo del conduttore e dell'isolamento e poichè quest'ultimo è notevolmente più basso così la soluzione è favorevole per i voltaggi sempre più alti. Inoltre, poichè vi è sempre una perdita di energia in ogni trasmissione elettrica, la produzione di elettricità in una centrale posta in luogo lontano dal punto di utilizzazione, ma dove sia possibile ottenerla per trasformazione di energia idraulica, non sarebbe possibile se non diminuendo al minimo questa perdita, o caduta di potenziale, dovuta alla linea.



La trasmissione della corrente elettrica ad un milione di Volts. *A sinistra:* nella parte superiore della figura sono chiaramente visibili le due punte metalliche a distanza regolabile per la misurazione del potenziale. La persona che si vede tra i due elettrodi a sfera cava, darà un'idea delle proporzioni di tutto l'apparato. *A destra:* il problema dell'isolamento dei conduttori di corrente a potenziale molto elevato è gravissimo. Questa scintilla è scoccata tra il conduttore di una corrente a 600 mila Volts ed il sostegno, sebbene questo fosse distante circa 2 metri.

Tutto ciò abbiamo qui detto per coloro che cominciano ad interessarsi ai grandi problemi di elettricità, poichè per la gente pratica si tratta invece di cognizioni acquisite, assiomatiche. Così per i profani è inconcepibile l'idea di un potenziale ad un milione di volts, sicchè non sarà inutile accennare al punto iniziale della storia del progresso della trasmissione dell'energia elettrica. Sono trascorsi quaranta anni da quando Edison riusciva per primo a trasmettere

l' elettricità ad un voltaggio costante. Egli usò dapprima 110 volts, poi 220 volts. A questo potenziale la trasmissione dell'energia conviene commercialmente solo se si tratti di una linea di pochi chilometri di sviluppo. In soli quaranta anni, dunque, si è reso di mille molte maggiore (i 220.000 volts ai quali abbiamo ripetutamente accennato) il potenziale trasportatile su un conduttore. E dire che Edison aveva giudicato i suoi 220 volts come limite massimo consentibile, per evitare disgrazie!

Il maggior problema nella trasmissione di un milione di volts consiste nel contenere, per così dire, la corrente entro i fili di trasmissione. La dispersione di una parte di esso nell'aria che circonda i conduttori è una possibilità sempre presente e tale dispersione prende aspetto visibile con la cosidetta *corona*, nebbiolina luminosa e colorata che sembra inguainare i fili. I recenti esperimenti con 1 milione di volts hanno provato il fatto molto interessante che fili di 4 pollici, o più, di diametro trasporterebbero e realmente trasportarono l'energia a così alto potenziale senza che si verificassero serie perdite. Se si verrà alla pratica attuazione di un impianto del genere è da supporre che si adopereranno, come conduttori, tubi cavi, più economici a parità di rendimento, sostenuti da altissime torri a traliccio.

Per misurare gli alti voltaggi si ricorre al sistema di far scoccare la scintilla fra due punte distanti, poichè esiste una determinata proporzione fra la distanza alla quale la scintilla è possibile ed il potenziale della corrente che la produce. La figura riprodotta in questa pagina mostra chiaramente le due punte, sostenute da armature triangolari; sotto di esse si vedono due elettrodi a sfera cava fra le quali è stato fotografato un uomo per dare un'idea delle proporzioni di tutto l'apparato. La scintilla che si vede nella figura a sinistra può dare invece un'idea delle difficoltà che si frappongono all'isolamento in queste linee ad alto potenziale, poichè essa è scoccata tra il conduttore di una corrente a 600 mila volts ed il sostegno, sebbene questo si trovasse a circa 2 metri di distanza.

DELLA SALDATURA ELETTRICA PER EFFETTO JOULE



Fig. 1. — Macchina usuale.

DELLA SALDATURA IN GENERE.

La saldatura è certamente una delle più delicate operazioni di fucinatura con la quale si vuole ottenere:

il collegamento di due pezzi metallici non con ausiliari meccanici (chiodi, anelli, graffe, chiavelle) si bene per mezzo delle attrazioni molecolari destate con varî processi ma con una uguale sorgente di energia: il calore; la riparazione di pezzi metallici forati, fessurati, in un qualche modo deteriorati.

Possiamo distinguere due grandi categorie di saldature:

I la *saldatura per bollitura* che consiste nel riscaldare i pezzi da saldare e il metallo saldante (o saldatura) sino alla temperatura caratteristica di saldatura, che è al di sotto della temperatura di fusione (ferro: al bianco saldante, acciaio: al calore rosso) ottenendo poscia il collegamento vero e proprio con il martello su l'incudine, operazione difficilissima che richiede in chi la eseguisce molta pratica e molta abilità non disgiunte da un impiego di forza fisica sproporzionato agli scopi che si vuole conseguire e finanziariamente poco redditizio nella più parte dei casi.

II la *saldatura autogena* che può essere praticata assoggettando o no i pezzi da saldare a sforzi meccanici, portando i pezzi stessi rispettivamente a temperature inferiori o pari al punto di fusione. Si distingue dalla prima categoria per la esclusione del metallo saldante di natura diversa da quella dei pezzi da saldare.

DELLA SALDATURA AUTOGENA.

La *saldatura autogena* prende diversi nomi a seconda del processo particolare con il quale viene operata o, meglio, a seconda del processo seguito per ottenere le alte temperature necessarie:

a) saldatura elettrica per effetto Joule, della quale ci occuperemo in particolar modo in questo articolo:

b) saldatura elettrica con l'arco voltaico, consistente nel far scoccare l'arco voltaico ($3500 \div 4800$ calorie) tra un carbone mobile e uno dei due pezzi che si vuole congiungere, tra i quali si interpone del metallo di che son costituiti i due pezzi, in rottami o in pezzi regolari;

c) saldatura ossidrica, nella quale il calore necessario è sviluppato bruciando ad una estremità del noto cannello ossidrico (1820) una miscela composta di una parte di ossigeno e di una parte di idrogeno le quali, venendo a contatto di una fiamma, si compongono con forte velocità di reazione sì da poter raggiungere una temperatura di 20000° nel dardo lanciato su le parti da saldare;

d) saldatura ossiacetilenica, simile alla precedente tranne che, in vece dell'idrogeno si brucia l'acetilene (C_2H_2) alla estremità di un cannello, del cannello *Fouchè* (1901) il cui dardo può raggiungere una temeperatura di $3000 \div 3500°$;

e) saldatura con la termite o alluminotermia: si fa bruciare la termite (Goldschmidt) composta di kg. 3,5 di sesquiossido di ferro (Fe_2O_3) con kg 1 di alluminio in polvere che agisce come catalizzatore. L'alluminio riduce l'ossido di ferro, che si trasforma in ferro dolce alla temperatura di 3000° (l'ossido di alluminio, o allumina, galleggia e può essere facilmente separato);

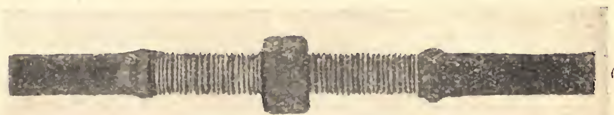


Fig. 2. — Vite prigioniera.

f) saldatura per soprafusione, ottenuta facendo scorrere su la parte avariata che si vuol riparare una colata di metallo fuso, in modo da riempire la fessura, adattarvisi plasticamente e, solidificandosi, ripristinare l'interezza del pezzo di lavoro.

DELLA SALDATURA ELETTRICA PER EFFETTO JOULE.

Accennato sommariamente come abbiamo fatto a tutti i metodi comuni di saldatura esaminiamo un po' compiutamente la *saldatura elettrica per effetto Joule* o, come la chiamano i francesi, *saldatura elettrica per resistenza,* valendoci all'uopo di alcune notizie ricavate da uno studio dell'ingegnere Paturel apparso di recente su *La vie technique et industrielle.*

Tale metodo può ritenersi come uno dei più perfetti e in ogni modo dei più consigliabili, in ispecie là dove l'energia elettrica possa aversi a prezzi relativamente bassi

per la celerità di esecuzione dei lavori;

per l'assenza di ossidazione nei pezzi da saldare;

per l'assenza di deformazioni, sì che i metalli conservano la loro struttura primitiva;

per la semplicità delle operazioni da effettuarsi.

Le macchine saldatrici per effetto Joule possono essere servite anche da maestranze femminili e, in generale, da maestranze di bassa categoria. Per ciascuna macchina è sufficiente una sola persona (fig. 1). Questa non ha che da muovere una leva con una mano e da abbassare un pedale con un piede.

La saldatura che per brevità chiameremo *Joule* sfrutta l'effetto *Joule* di riscaldamento che si ma-

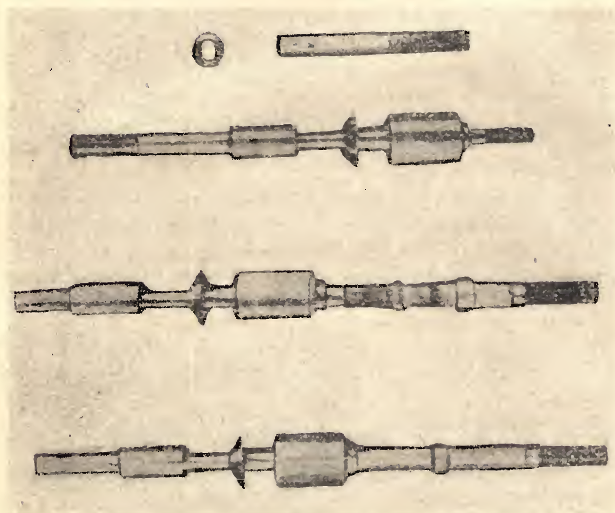


Fig. 3. — Aste scorrevoli filettate.

nifesta allorchè un conduttore di data resistenza *R*, la quale, si sa, è inversamente proporzionale alla sezione, è attraversato da una corrente elettrica di intensità *I*. Tale effetto è misurato, in calorie al secondo dalla formula

$$\text{Calorie al } 1'' = \frac{24}{10000} \; R \; I^2$$

Schematicamente la saldatura comprende due operazioni sostanziali:

I riscaldamento delle estremità affacciate dei pezzi da saldare;

II compressione reciproca dei pezzi da saldare. Quest'ultima è praticata ponendo i pezzi tra due morsetti a guide incavate e premendoli l'uno contro l'altro, fino a condurre le molecole ad intimo contatto. Ciò fatto si fa passare a traverso i pezzi da saldare, per il tramite dei morsetti, una corrente elettrica trasformata in modo da ottenerla ad una tensione di 1 ÷ 3 volts con intensità molto grande (anche di migliaia di Ampères).

È bene che la corrente sia alternata allo scopo di attenuare il salto di temperatura intorno ai 1000° che con le correnti continue si avrebbe tra i due pezzi in lavoro. La bassa tensione è richiesta per escludere qualsiasi pericolo per il manovratore

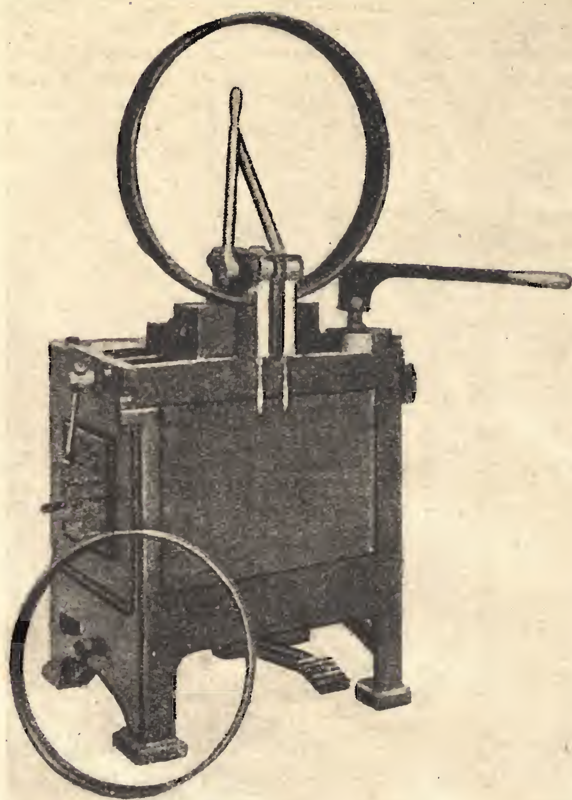


Fig. 4. — Macchina per cerchioni d'automobile.

della macchina anche quando inavvertitamente dovesse toccarne le parti attraversate dalla corrente. Per aumentarne la resistenza e, quindi, l'effetto joule è necessario che gli estremi dei pezzi affacciati siano assottigliati; le altre parti conduttrici devono avere una sezione tale che non vi sia un grande sviluppo di calore per risparmio di energia e per il buon andamento dell'operazione.

Questa è condotta in maniera che il riscaldamento sia localizzato ad una limitata zona corrispondente a quella di contatto dei pezzi da saldare.

Detti pezzi, affinchè la saldatura *Joule* sia con-

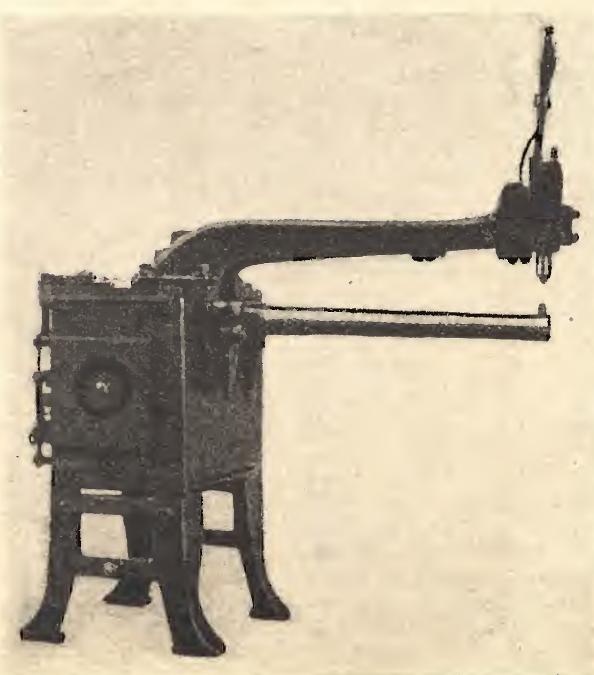


Fig. 5.

veniente non devono avere una sezione che oltrepassi i 20 cm² di sezione.

I pezzi saldati conservano il primitivo coefficiente di allungamento e acconcie prove di resistenza alla *trazione*, istituite su un provino di acciaio, costituito di due pezzi saldati elettricamente, di mm² 111 di sezione, lunghi 190 mm. han dato

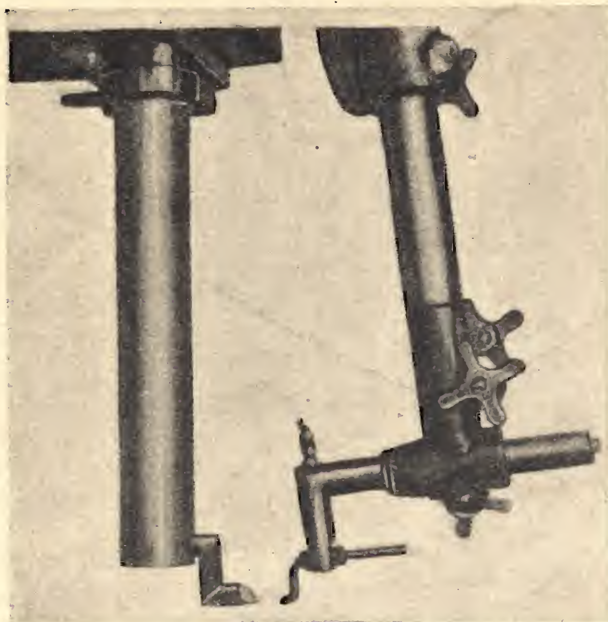


Fig. 6.

un carico di rottura di 39.7 kg. per mm.² con un allungamento del 15%; la rottura si è manifestata fuori della linea di saldatura. Da ciò può dedursi facilmente come le qualità meccaniche dei pezzi in corrispondenza della saldatura non solo non sono peggiorate, ma sono invece migliorate in modo sensibile.

Altre prove istituite su fili d'alluminio, metallo considerato sempre come difficilmente saldabile, han dati risultati di pieno soddisfacimento.

Con la saldatura *Joule* è possibile saldare l'alluminio, il bronzo, il rame, il piombo, il nichel, l'acciaio rapido, il platino, il tungsteno, il ferro con rame, il ferro con nichel, il ferro con acciaio, il nichel con rame, il nichel con bronzo, acciai di diversa composizione ecc.

Per ogni 100 saldature di tondini di ferro di 20 mm. di diametro — nota il Paturel — si consumano 6,6 KW. e per ciascuna saldatura si impiegano 15 secondi. Sicchè in un'ora si possono eseguire dalle 100 alle 300 saldature.

Le applicazioni della saldatura *Joule* sono svariatissime e abbracciano un campo più vasto di quello che compete agli altri processi.

Può adottarsi per le catene, per la formazione di tubi da lamiere avvolte a superficie cilindrica, per le pale usate in lavori agricoli, per i boccoli di pale, di forcelle di rastrelli, per le viti prigioniere (fig. 2), per aste scorrevoli filettate (fig. 3), per le saldature di pezzi speciali di metalli diversi ciascuno opportunamente scelto per gli scopi che si vuole conseguire, ad es. nelle forbici, (lame d'acciaio ottimo montate con metallo meno costoso), nelle candele d'accensione (punte di nichel su stelo d'acciaio).

La saldatura *Joule* può essere inoltre usata in taluni casi, ossia quando non è necessario che i collegamenti siano permanenti, in sostituzione di viti, chiodi, graffe, giacchè con essa è possibile praticare la saldatura per sovrapposizione di più parti metalliche lamierate ed è chiamata in tal caso anche *saldatura per punti* o *chiodatura elettrica*.

Le macchine saldatrici del tipo più semplice mostrato dalla figura 1 constano essenzialmente di due pinze di rame, raffreddabili per circolazione d'acqua, per fissare i pezzi da saldare, munite di morsetti di rame rosso che serrano i pezzi tra incavi, affacciati l'uno contro l'altro. I morsetti sono regolabili per mezzo di una vite e il serraggio dei pezzi può farsi rapidamente a mezzo di camme spostando le leve verticali ben visibili in figura. La leva orizzontale serve per avvicinare le pinze e quindi, comprimere la saldatura. Tal sistema di saldatura si chiama *saldatura di testa* o per *rifollatura*.

La corrente è ridotta alla tensione di 1-3 volt per mezzo di un trasformatore posto nell'intelaiatura della macchina nella quale trovan pure posto delle prese di regolazione su l'avvolgimento del trasformatore monofase allo scopo di far variare la tensione del secondario e, quindi, la velocità di riscaldamento del metallo. Il pedale, pure visibile in figura, serve per il comando dell'interruttore del circuito del primario e quindi a regolare il passaggio o meno della corrente.

Per la fabbricazione in serie si impiegano spesso macchine nelle quali la compressione di saldatura avviene automaticamente (prodotta da molle servite da un motore o da una pressa idraulica); così pure l'interruzione della corrente quando le parti da saldare siano giunte al grado di temperatura necessario.

Quando i pezzi da saldare abbiano una larghezza relativamente grande, come ad esempio i cerchioni di automobile, si impiegano macchine del tipo rappresentato dalla figura 4 che ha appunto in opera uno dei detti cerchioni.

Per lamiere di grande spessore valgono le macchine del tipo della fig. 5 molto adatte per la formazione di tubi da lamiere saldate.

Altri tipi di macchine sono quelli rappresentati dalla figura 6 munita di alimentazione automatica, adottata per fabbricazioni speciali che richiedono la *saldatura continua*, quelli della figura 7 che permettono la saldatura di pezzi semplici per la fabbricazione di coltelli, becchi di caffettiera, ecc.

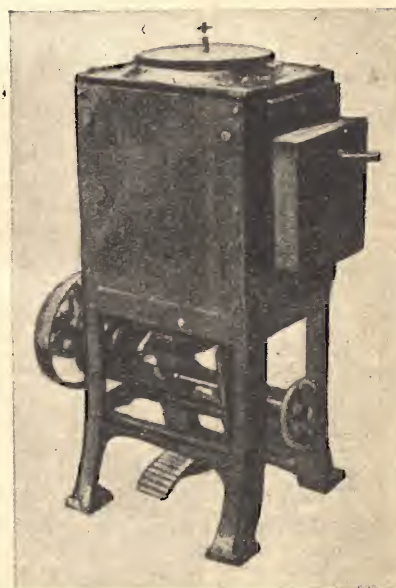


Fig. 7. — Macchina per caffettiera.

In questo tipo di macchina i due pezzi da saldare sono stretti in una forma di foggia conveniente posta su la placca superiore della macchina e appoggiata contro la rotella, visibile al centro (+), che trascina l'insieme, girando, e forma una linea di saldatura continua che congiunge i due pezzi da saldare.

La saldatura elettrica per effetto *Joule* è destinata certo ad avere un grande sviluppo nella moderna industria. È doveroso dire che in Italia esistono parecchie fabbriche di saldatrici elettriche molto perfezionate.

RAFAELE CONTU.

LA DIRIGIBILITÀ DELLE ONDE ELETTRICHE E IL RADIOGONIOMETRO

Tra le molte obiezioni e critiche mosse all'invenzione del Marconi nel suo primo sorgere, si prospettava anche il grave inconveniente dell'irradiamento in ogni direzione delle onde elettromagnetiche, e di conseguenza della ricezione possibile ad ogni stazione compresa nel raggio d'azione della trasmettente.

L'obiezione era giusta, rispecchiando due specie di inconvenienti del nuovo sistema di radiocomunicazioni: uno, diremo così, pratico, l'altro tecnico; giacchè, avendosi bisogno di mantenere il segreto sui segnali trasmessi, era necessario usare di un cifrario, con quali inconvenienti e perdita di tempo si può immaginare, mentre le onde hertziane, diffondendosi in ogni direzione venivano a turbare la ricezione di altre stazioni in conversazione, qualunque fosse la loro posizione rispetto alla trasmettente. Nella tecnica si potè porre riparo coi varî sistemi escogitati di sintonia; ma non si potè in questo modo impedire la recezione ad altre stazioni per le quali il messaggio trasmesso doveva rimanere segreto, giacchè riusciva facile a queste in breve tempo sintonizzarsi con la trasmettente ed intercettare le comunicazioni. L'inconveniente ci portò, durante la recente guerra, nella quale sì brillanti risultati diede la radiotelegrafia, ad usare di lunghi ed ingombranti cifrari per le notizie di maggior importanza, lasciando le altre libere alla ricezione anche del nemico; e pur ora, a guerra finita, con l'estendersi sempre maggiore della radiotelegrafia

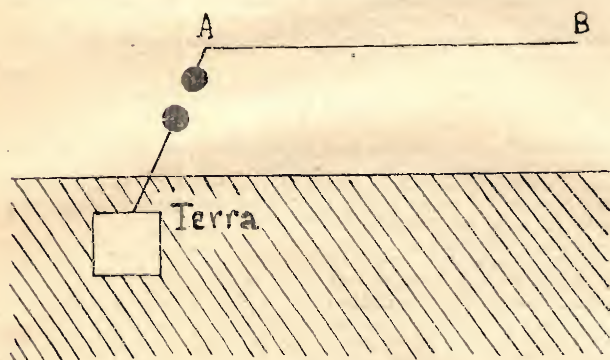


Fig. 1.

per usi privati, si sente il bisogno di un dispositivo ad un tempo pratico e sicuro, che risolva il problema.

Intuita così l'importanza della questione si incominciò, sino dai primi tempi dello sviluppo della radiotelegrafia, una lunga serie di tentativi e di esperienze e solo dopo parecchie prove infruttuose si potè giungere a qualche risultato concreto.

Il Padre della radiotelegrafia, Marconi, ben conscio di una tale necessità, si diede subito attivamente a ricercare una soluzione, e, da principio, con non molta fortuna. Il sistema da lui ideato infatti di dirigere le onde mediante specchi parabolici, quasi si trattasse di raggi luminosi, non approdò, in pratica ad alcun risultato; giacchè se la disposizione poteva valere per onde brevi quale erano quelle usate dall'Hertz e dal Righi, che intendevano unicamente dimostrare la identità delle radiazioni elettromagnetiche con la luce, non poteva essere adoperata per onde di più centinaia di metri, quali sono necessarie in trasmissioni a grandi distanze.

Seguendo criterî diversi, il Marconi potè più tardi dare una discreta se non intera soluzione del problema, corredata da interessantissime esperienze e che esamineremo più tardi; è necessario innanzi tutto passare brevemente in rassegna le altre disposizioni escogitate nell'intento di dirigere le onde elettromagnetiche.

Un inventore, il sig. Guarini, propose di circondare le antenne, tanto trasmettenti che riceventi, con cilindri metallici isolati da esse e comunicanti col suolo; questi portavano una fessura lungo una delle loro generatrici e si potevano far ruotare intorno all'asse. L'emissione delle onde sarebbe avvenuta in questo unicamente, nella direzione del piano determinato dall'antenna e dalla fessura, epperciò nella stazione ricevente la ricezione sarebbe stata possibile solo nella direzione della trasmettente. Il sistema non offriva praticità d'esecuzione comportando ingombro non lieve nell'impianto; per questo forse una tale disposizione non venne mai realizzata. Successivamente sono da ricordarsi i tentativi dello Zenneck, consistenti nello stabilire e interrompere la comunicazione con la terra di un filo parallelo all'antenna, distante da questa pochi metri e situato rispetto ad essa nella voluta direzione; sistema, questo, che, come il precedente, offre sopratutto difficoltà di attuazione pratica.

Altro progetto, che però venne abbandonato, fu quello, invero molto complicato, del Braun, secondo il quale le due sfere dell'eccitatore si trovavano rispettivamente nel fuoco di una parabola orizzontale, il cui asse costituiva la direzione voluta, e dalla quale partivano numerose asticelle metalliche dirette verticalmente, collegate con la sfera del rispettivo oscillatore, e tali da poterne aumentare la capacità per mezzo di opportuni condensatori.

Migliore invece per semplicità e praticità era il sistema del Sigsfeld, consistente nel rendere orizzontale una parte dell'antenna (che doveva essere mobile) dirigendola verso la stazione ricevitrice; questo venne ripreso dal De-Forest, che per migliorarlo v'introdusse due varianti: con la prima aggiungendo alla stazione ricevitrice un sistema girevole di sbarre verticali; con la seconda collocando l'antenna nell'asse verticale di una serie di fili verticali a parabola, messi a terra con conduttori della lunghezza di una semionda, muniti ciascuno all'estremità di una interruzione spinterometrica e collegati anche in basso con l'estremità inferiore dell'antenna. Sistema questo che non diede risultati pratici in proporzione alla sua complicazione.

In generale però tutti questi progetti presentavano o sotto un riguardo o sotto un altro, inconvenienti gravi che non ne permisero l'attuazione pratica e perciò furono presto dimenticati. Risultarono migliori invece le disposizioni del prof. Alessandro Artom, di Torino, allievo e già assistente del grande Galileo Ferraris, che fu uno dei primi a rendere nota ai fisici l'importanza del problema, adoperandosi attivamente egli stesso per ricercarne la soluzione. Così pure si dimostrarono di certa importanza le esperienze compiute nel 1906 dal Marconi, con indirizzo del tutto differente da quello delle prime disposizioni, e quelle eseguite insieme dal Brown e dal Blondel, sulle quali ultime è basato sostanzialmente (sebbene con differente disposizione di particolari) il moderno Radiogoniometro. Su ciascuno di questi sistemi che per la loro praticità si sono dimostrati i migliori sin'ora escogitati, c'intratterremo un po' più a lungo, costituendo essi la base della risoluzione del problema di dirigibilità delle onde elettro-magnetiche.

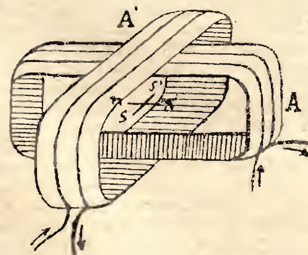


Fig. 2.

Il Marconi nelle sue esperienze sostituì all'antenna, tanto di trasmissione quanto di recezione, un sottile conduttore orizzontale posto a piccola distanza dalla terra o dall'acqua, di cui un estremo (fig. 1) è collegato con la sferetta di uno spinterometro, mentre l'altra sfera di questo è collegato con la terra; facendo avvenire tra le palline dello spinterometro una scarica elettrica si nota che le onde emesse hanno massima intensità nel piano verticale passante per il conduttore, nel senso *BA*, cioè dalla parte opposta all'estremo isolato, e sono praticamente nulle nella direzione che fa con questa un angolo di 100 gradi circa. Questo, naturalmente, avviene anche nella stazione ricevitrice, nella quale al posto dell'oscillatore è posto un detector; i segnali, in questo caso, si potranno ricevere da ogni stazione che si trovi nel suo raggio d'azione facendo ruotare l'antenna in un piano orizzontale e si potrà anche riconoscere approssimativamente la posizione della posta trasmettente. È ovvio poi che qualora l'antenna trasmettente e quella ricevente abbiano questa forma, non si potrà ottenere la comunicazione se non quando i piani verticali passanti per i conduttori coincidono e questi ultimi sono posti, approssimativamente, sulla stessa retta.

Nelle sue esperienze, compiute con questo sistema il Marconi realizzò tre combinazioni delle due specie di antenne, verticale e orizzontale:

1.° Il trasmettitore era costituito da un conduttore disposto orizzontalmente, il ricevitore invece da una solita antenna verticale di conveniente altezza.

2.° Tanto il trasmettitore quanto il ricevitore erano forniti del conduttore isolato ruotabile in un piano orizzontale.

3.° Il trasmettitore era costituito da una comune antenna verticale di uno o più fili, il ricevitore dal solito conduttore isolato.

Riguardo al tipo di ricevitore, per grandi distanze, si usò il detector magnetico, per brevi distanze il termogalvanometro del Duddel, che permetteva di riscontrare anche l'energia della radiazione nelle diverse stazioni; questo è formato, in breve, da un filo sottilissimo che, riscaldandosi sotto l'azione delle onde, comunica calore alla saldatura di una minuscola coppia termoelettrica, il cui circuito è chiuso su sè stesso con un filo di platino; essendo il sistema sospeso con un leggero filo tra le branche di una elettro-calamita, allorchè nella coppia nasce una debole corrente elettrica, essa ruota di un certo angolo (come avviene nel galvanometro del d'Arsonval) proporzionale all'intensità della corrente riscaldante il filo, e quindi all'energia della radiazione.

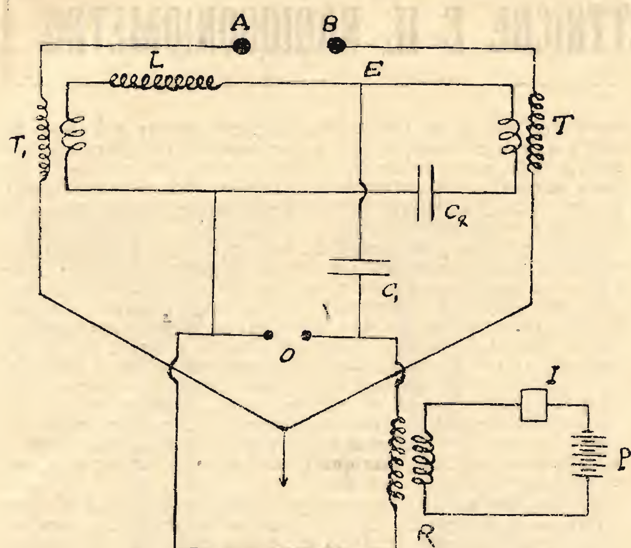


Fig. 3.

Vediamo alcune fra le esperienze medesime compiute dal Marconi. La prima delle tre combinazioni citate venne realizzata con una trasmissione tra Mulzion e Poole, la prima stazione funzionante da trasmettente, la seconda da ricevente. Alla posta di trasmissione il conduttore era formato da 4 fili paralleli di mm. 3 di diametro, lunghi 150 m., distanti metri 1,50 l'uno e sostenuti ad un'altezza da terra di 20 metri; la scintilla elettrica eccitatrice era di due cm. circa; alla stazione ricevente, funzionante con un detector magneticus come rivelatore di onde, si aveva un'antenna verticale alta 50 metri; uno spostamento di 15 gradi dal piano verticale del trasmettitore bastava per rendere i segnali inapprezzabili.

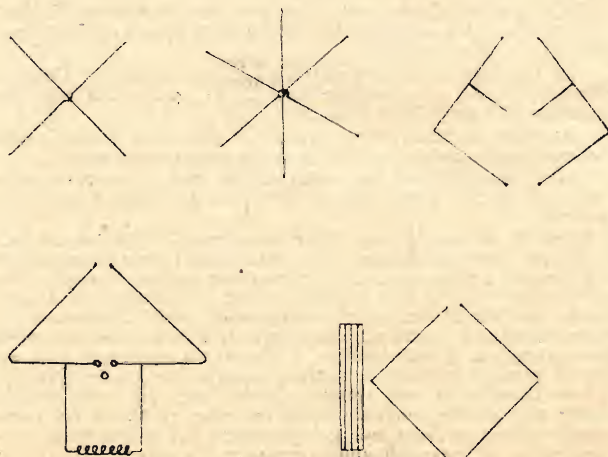
Un'altra esperienza realizzò la seconda disposizione; in questa si diffondevano le onde elettromagnetiche valendosi di quattro fili di 330 metri di lunghezza, distanti tra loro metri 1,20, posti a distanza dalla terra di m. 20, mentre allo spinterometro si aveva una scintilla di 3 cm.; il ricevitore, poi, era costituito da un conduttore isolato lungo 220 m., collegato alla terra; i segnali avevano la massima intensità quando l'antenna ricevitrice si trovava nello stesso piano verticale della trasmettente, sino alla distanza di 160 km., mentre in un piano formante col predetto 25 gradi, erano quasi impercettibili e a 45 gradi, alla distanza di 150 km., non erano affatto ricevuti.

Infine, con un conduttore di 230 m., steso a terra, ma ricoperto di materia isolante, si potè ricevere nettamente a Cilfden, in Irlanda, segnali trasmessi dalla stazione ultrapotente di Poldhu, lontana, in linea d'aria, 500 km.

Un difetto di queste esperienze è rappresentato dal fatto che non furono compiute con le identiche condizioni di distanza tra stazione e stazione, di dimensioni, posizione del conduttore, potenza usata, cosicchè non si può stabilire tra esse un vero paragone; tuttavia da esse il Marconi potè ricavare le seguenti conclusioni:

a) Che per ottenere il massimo effetto possibile bisogna che la lunghezza dei conduttori sia rilevante in confronto alla loro distanza da terra;

b) Che bisogna usare onde sufficientemente lunghe (150 m. e più, non meno);


Fig. 4.

c) Per trasmissioni a grande distanza conviene eccitare direttamente il conduttore, regolando la scintilla esplosiva; infatti a parità di energia spesa, i risultati ottenuti nelle varie direzioni sono minori inducendo le oscillazioni elettriche nel conduttore stesso;

d) La lunghezza più vantaggiosa del conduttore ricevente, se orizzontale e ad una certa distanza da terra, è di un quinto la lunghezza d'onda di trasmissione; tuttavia questa lunghezza può venire di molto ridotta allorchè il conduttore è completamente steso a terra.

Questo sistema di cui il Marconi dà notizia in una nota presentata dal Fleming, il 22 marzo 1906, alla « Reale Società di Londra », pure avendo dato sì notevoli e brillanti risultati, presentavano non poche complicazioni, derivanti dalla lunghezza del conduttore, nell'applicazione pratica; per la qual cosa non potè essere molto diffuso. Fu tuttavia applicato dalla Compagnia Marconi, nelle stazioni di Clifden e Glace Bay (Canadà) distanti tra loro 4300 km., in ciascuna di queste l'antenna è formata da 200 fili paralleli della lunghezza di 300 m., posti all'altezza da terra di 60 m.; la potenza di ciascuna stazione è di 350 chilowatt; l'emissione è fatta con scintille musicali, usando il sistema a disco rotante Marconi, con onde lunghe circa 5000 m., i condensatori sono a lamine d'aria; a Glace Bay della capacità di 1,75 microfarad, a Clifden della capacità di 1,16 microfarad.

Vediamo ora brevemente le disposizioni e gli esperimenti dell'Artom, il quale mirava ad ottenere in una data direzione onde polarizzate circolarmente, utilizzando la composizione di due onde elettriche normali e dello stesso periodo, spostate però di un quarto dall'una all'altra, simile a quella che determina nella sua forma classica il campo magnetico rotante. Per spiegare come avvenga il fenomeno è necessario richiamare alcuni fatti fondamentali.

Si sa che quando nel circuito di un condensatore di verifica la relazione:

$$R < \sqrt{\frac{4L}{C}}$$

cioè quando la resistenza non supera un certo valore, la scarica del condensatore si fa oscillante, con oscillazioni più o meno smorzate, simili a quelle di un pendolo, il cui movimento va man mano estinguendosi. L'oscillatore allora sarà sede di onde magnetiche ed elettriche, passanti per piani differenti, normali tra loro ed al raggio di forza emesso; le prime dovute alla variazione di potenziale sui conduttori del vibratore, per piani attraversanti l'asse di questo, chiamati *meridiani;* le seconde, dovute alle correnti alternative del conduttore secondo circonferenze concentriche all'asse dell'eccitatore. Riflettendo ora che per la natura delle correnti oscillatorie il massimo di differenza di potenziale delle due sfere dell'oscillatore coincide col minimo d'intensità della corrente alternativa, si vedrà che la forza magnetica sarà praticamente nulla negli istanti in cui quella elettrica è massima, e viceversa; e però queste due, propagandosi secondo un raggio di forza di un oscillatore hertziano comune, conserveranno costante la direzione di normali tra loro ma varieranno rispettivamente d'intensità secondo la nota legge sinusoidale.

Fig. 5.

Qualora invece il raggio di propagazione delle onde fosse polarizzato circolarmente, le due oscillazioni conserverebbero la medesima intensità e varierebbero invece di direzione girando in questo caso con moto uniforme intorno al raggio stesso.

Bisogna allora trovare un mezzo per produrre un raggio di forza polarizzato circolarmente ed a questo si è potuto giungere appunto con la disposizione sopra accennata, analoga a quella del campo rotante, componendo cioè due oscillazioni elettromagnetiche ortogonali, dello stesso periodo ed in costante differenza di fase di $1/4$ di periodo della loro oscillazione.

Vediamo come avviene il fenomeno.

Abbiasi un moltiplicatore, un quadro cioè con avvolto un filo percorso da corrente; qualora questa fosse costante si avrebbe, perpendicolarmente al piano del quadro, una forza magnetica diretta secondo la regola di Ampère e proporzionale all'intensità della corrente, se invece la corrente è sinusoidale, variando secondo la legge:

$$i = A \ \text{sen} \ . \ 2\pi \frac{t}{T}$$

la forza magnetica subisce una variazione identica, onde, indicandola con X si avrà:

$$X = a \ \text{sen} \ . \ 2\pi \frac{t}{T}$$

Se ora si immagina (fig. 2) un altro quadro simile al primo, perpendicolare e concentrico ad esso, percorso da corrente sinusoidale, spostata di 1/4 di periodo sulla primitiva (cioè con una differenza di fase da questa di —1/4) la sua intensità sarà rappresentata da:

$$i = A \text{ sen} . 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{1}{4} \right)$$

e la forza magnetica prodotta da questa perpendicolarmente alla prima

$$Y = a \text{ sen} . 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{1}{4} \right) = a \cos . 2\pi \frac{t}{T}$$

Suponendo ora un'azione simultanea delle due correnti, le due forze, normali tra loro, si potranno comporre in una risultante che è l'ipotenusa di un triangolo-rettangolo costruito sulle due componenti, cioè:

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{a^2 \text{ sen}^2 . \frac{2\pi t}{T} + a^2 \cos^2 . \frac{2\pi t}{T}} = a$$

la quale ci dice che il campo, essendo costante, ruota con moto uniforme di velocità angolare $\omega = 2\pi \frac{t}{T}$ attorno al centro comune dei due moltiplicatori.

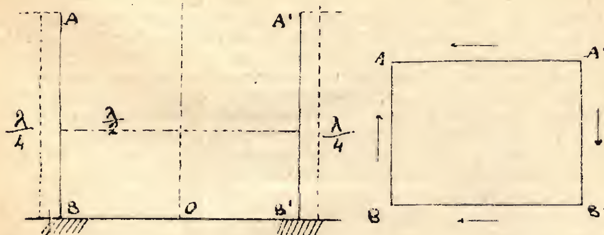


Fig. 6.

Questo risultato teorico è confermato dall'esperienza: se nel centro dei due quadri si trova una calamita girevole questa sarà sollecitata a girare nello stesso senso e con la stessa velocità del campo magnetico. Le correnti alternate spostate di 1/4 di periodo per la produzione del campo si possono avere da una dinamo a corrente alternata bifase; ma, come insegnò il Ferraris, geniale scopritore dell'accennato principio, possono essere ottenute da una dinamo monofase, facendo due derivazioni per i due quadri ed inserendo nell'una un'autoinduzione, nell'altra una capacità, e regolando opportunamente delle resistenze intercalate.

Di una disposizione simile si è giovato l'Artom nel suo sistema rappresentato schematicamente dalla fig. 3; in questa R è un rocchetto del Ruhmkorff, comprendente nel primario la batteria alimentatrice P e l'interruttore I; O l'oscillatore le cui sfere, collegate col secondario del rocchetto sono pure in comunicazione (con l'interposizione di un condensatore C per regolare il periodo d'oscillazione) coi punti D e E di un altro circuito. Questo nella parte ELD contiene prevalentemente resistenza ohmica e autoinduzione, in quella DC_2E porta in prevalenza capacità; T_1 e T_2 poi sono jigger allo scopo di eccitare induttivamente le antenne A e B ambedue collegate inferiormente a terra. Questo concetto di interferenza delle onde elettriche fu applicato alla R. T. mediante parecchi tipi di antenne, ideate e descritte dallo stesso Artom (1), a forma svariatissima, costituite sostanzialmente da due o più conduttori inclinati rispetto al suolo (fig. 4); nel tipo a due, i conduttori sono inclinati di 45 gradi sull'orizzonte, così da fornire

(1) « *Rivista Marittima* », settembre 1908.

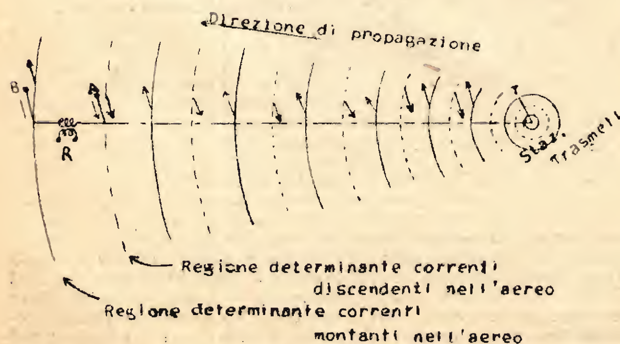


Fig. 7.

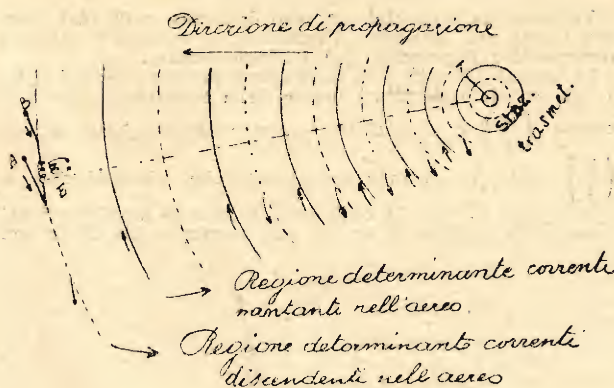


Fig. 8.

tra loro angolo vicino ai 90° e sono disposti a triangolo come mostra la fig. 5. Alimentando queste antenne con correnti spostate di 1/4 di periodo, con l'unione a terra del punto mediano, si ha produzione di un « campo rotante di onde elettromagnetiche » con massimo effetto nella direzione perpendicolare al campo degli aerei; usando invece correnti alternate opposte in fase, l'effetto elettromagnetico avviene prevalentemente nel piano degli aerei, secondo le esperienze compiute sin dal 1893 col concorso della R. Marina Italiana.

Simili a quelli delle stazioni trasmettenti sono gli aerei delle stazioni riceventi, utilizzandosi anche nella recezione il concetto della differenza di fase delle oscillazioni ricevute; tra le molte disposizioni escogitate si suole ricordare quella della fig. 5, come la migliore, avente qualche analogia con la bilancia d'induzione dell'Hugues; è data da due antenne disposte a forma di triangolo isoscele, col vertice in alto aperto, comunicanti ciascuna con uno degli avvolgimenti estremi di una serie di tre, posti su un comune nucleo di ferro in modo che le loro posizioni relative siano spostabili linearmente ed angolarmente. I capi liberi, degli avvolgimenti estremi sono collegati tra loro e il sistema si può mettere o no in comunicazione con la terra, mentre le estremità di quello intermedio si fanno comunicare con un circuito comprendente un coherer od un altro ricevitore di onde. Il funzionamento è

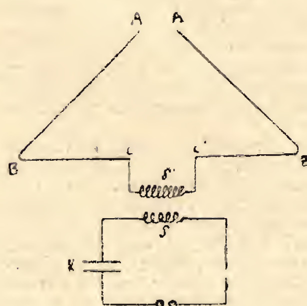


Fig. 9.

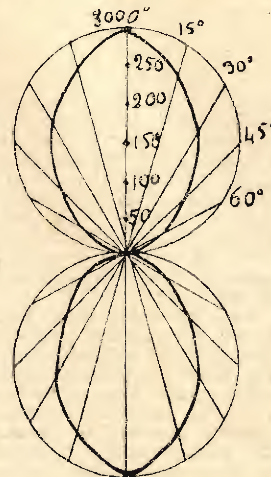


Fig. 10.

il seguente: le correnti oscillatorie ricevute dalle antenne percorrendo gli avvolgimenti estremi producono sul rocchetto centrale azioni induttrici; e poichè quegli avvolgimenti sono fatti in senso contrario, il ricevitore non agirà per onde che colpiscono in pieno l'aereo, mentre sarà influenzato per onde che giungono in istanti diversi o di diversa ampiezza, cioè, in pratica, che arrivino in direzione del piano stesso dell'aereo. Praticamente non si hanno segnali da stazioni che si trovino fuori di un settore di 1/4 d'angolo retto avente il piano dell'antenna come simmetrico, il che dà la possibilità di poter determinare con approssimazione la posizione di una stazione incognita.

Nelle esperienze compiute dall'Artom col concorso della R. Marina si è notato come la trasmissione avvenga anche a notevole distanza senza che si renda necessaria alcuna messa a terra nè alla stazione ricevente nè alla trasmettente il che favorisce il funzionamento indipendente delle varie stazioni tra loro. A titolo di curiosità ricordiamo infine, a proposito di questo sistema, come il Corbino dubitasse dapprima di poter ottenere un campo rotante semplice con oscillazioni molto ammorzate, in uso nella R. T., concludendo ch'esso dovesse risultare di natura assai più complessa; più tardi però ebbe occasione di ricredersi, dicendo come anche con oscillazioni smorzate si possa produrre una polarizzazione circolare, di tanta importanza nel campo della radiotelegrafia, purchè si verifichino alcune condizioni dovute in parte alla teoria, in parte alla pratica.

Vediamo ora il sistema proposto da Brown e Blondel, sempre basato sul fenomeno d'interferenza, necessario per ben comprendere il principio del Radiogoniometro.

In questo dispositivo si hanno due antenne verticali della lunghezza ciascuna di un quarto della lunghezza delle onde emesse $\left(\frac{\lambda}{4}\right)$ e distanti tra loro una semilunghezza d'onda $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ (fig. 6); si vede chiaramente che, vibrando esse in concordanza di fase, le onde emesse saranno interferenti nel piano delle antenne e se ne addizioneranno gli effetti nel

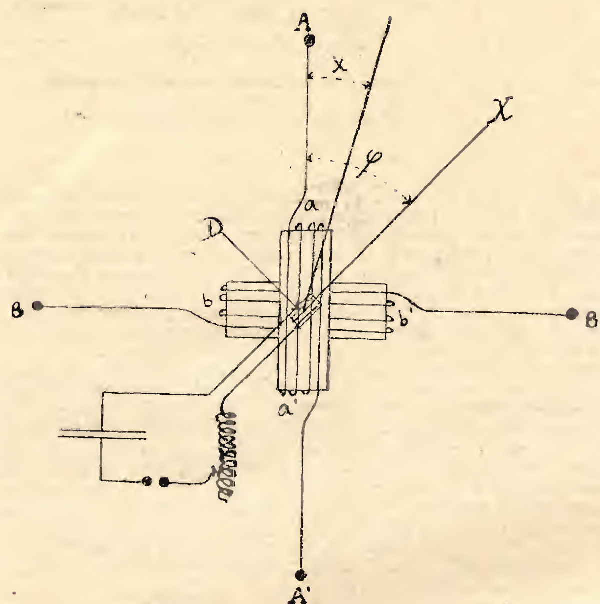


Fig. 11.

piano mediano perpendicolare. Qualora invece i due aerei oscillino in opposizione di fase, l'interferenza sarà, al contrario che nel primo caso, nel piano normale a quello da essi formato e l'addizione di effetti nel piano stesso di quelli. Onde un ricevitore radiotelegrafico renderà i segnali massimamente udibili nel piano delle antenne, nulli nel piano a questo normale. Se si prende come aereo un circuito rettangolare qualunque, in esso evidentemente a un dato istante vi sarà nei due lati verticali opposizione di fase; onde quello, come il sistema dei due aerei, darà massimo effetto nel piano in cui giace.

Vediamo ora il fatto, analogo, che avviene nella recezione; anche qui si hanno i due aerei verticali posti a distanza di una mezza lunghezza d'onda e collegati alla base. Ora si sa che le onde, costituite da campi di alta frequenza spostantisi nello spazio, investendo le parti metalliche del sistema ricevente vi suscitano delle correnti indotte ad alta frequenza; tenendo presente lo schema, immaginario, della fig. 7, si vedrà come, essendo il sistema disposto secondo la direzione di propagazione delle onde, a un dato istante, mentre nel ramo *A* si inducono correnti in un dato senso (ad esempio dall'alto al basso), in quello *B* si sviluppano correnti di opposta direzione (ovvero dal basso verso l'alto). Perciò nei due aerei si destano contemporaneamente correnti in opposizione di fase, o analoghe, e complessivamente nel sistema correnti oscillatorie, che potranno essere rivelate con opportuni mezzi (segnali al telefono). Quando invece il sistema sia posto normalmente alla direzione di propagazione delle onde (fig. 8) le correnti suscitate nel medesimo istante nelle antenne poste sulla stessa superficie d'onda, saranno in fase tra loro e dello stesso segno (al massimo positivo dell'una corrisponde un massimo positivo pure dell'altra) onde si annulleranno e corrispondentemente non si avrà al telefono alcun rumore.

Basato su questo principio è il radiogoniometro, la cui primitiva invenzione fu coperta dall'Artom coi brevetti italiani N.ri 88765 e 88766, dell'aprile 1907, trasferiti nell'agosto del 1913 alla Marconi's Wireless, che ne ha fatto larga applicazione; poco tempo dopo l'Artom (nell'agosto dello stesso anno 1907) fu brevettato da Bellini e Tosi un altro tipo di radiogoniometro, pure questo largamente adottato.

Nel radiogoniometro dell'Artom si ha come aereo un circuito triangolare eccitato per mezzo di un jigger, il cui secondario è intercalato in serie alla base del triangolo, mentre il primario fa parte di un circuito comprendente un oscillatore e un condensatore, alimentato con uno dei soliti mezzi per trasmissioni senza fili (rocchetto del Ruhmkorff, trasformatore industriale, alternatore, ecc.); delle induttanze opportunamente disposte fra *BC* e *BC* stabiliscono l'accordo tra i due tratti d'antenna (fig. 9).

Questi ricevono e trasmettono soprattutto secondo il loro piano; nella direzione perpendicolare l'effetto è praticamente nullo; la fig. 10 mostra un diagramma dell'intensità dell'energia irradiata in diversa direzione dai due aerei, mediante il già accennato termogalvanometro del Duddel.

Ciò posto sarà allora facile vedere come valendosi di un aereo a telaio si possa determinare la posizione della stazione trasmettente. Facendo infatti ruotare opportunamente il telaio si determinerà una posizione di esso per la quale i segnali ascoltati al telefono raggiungono un massimo o un minimo; la posta trasmettente sarà, nel caso del massimo, in direzione del piano del telaio, nel caso del minimo in direzione normale a questa. Un tale sistema però offre evidenti svantaggi, e primo fra tutti quello della difficoltà del maneggio del quadro quando questo, a fine di dare alla stazione ricevente una certa sensibilità, assuma proporzioni rilevanti. I signori Bellini e Tosi poterono invece dopo lunghi studi brevettare un nuovo tipo di radiogoniometro nel quale si ovviava all'inconveniente predetto, in base alle seguenti considerazioni. Si supponga di sistemare ad angolo retto uno degli aerei triangolari del tipo Artom, con un aereo dello stesso tipo e di collegare ciascuna di queste due antenne rispettivamente nell'estremità inferiore con due rocchetti d'induttanza *L* e L_1, come nella fig. 11, disposti ad angolo retto. I due aerei devono essere esattamente sintonizzati per una medesima onda, il che si ottiene sia agendo sulle loro dimensioni, sia col mezzo di opportune capacità o induttanze variabili, intercalate sul loro circuito, omesse per semplicità nella figura.

Dato che ogni onda crea intorno a sè un campo magnetico formato da linee di forza poste in un piano orizzontale, è facile vedere come, essendo *AB* la direzione di propagazione di un'onda giungente al sistema, un certo flusso variabile si concatena col detto aereo *AB* e nessun flusso invece con quello A_1B_1, onde in *AB* si origina una certa corrente, in A_1B_1 nessuna. Qualora invece l'onda provenisse dalla direzione *X*, si avrebbe lo svilupparsi di un flusso concatenato in ambedue gli aerei, cioè di forze elettromotrici in ognuno di essi e, corrispondentemente, di correnti nei rocchetti *L* e L_1.

Ma, costituendo ognuno dei due rocchetti *L* e L_1 un solenoide percorso da corrente, esso creerà intorno a sè un campo magnetico le cui linee di forza sono perpendicolari alle sue spire; i due campi magnetici così ottenuti si comporranno e con semplici considerazioni trigonometriche appoggiate anche dall'esperienza si può provare che il campo magnetico

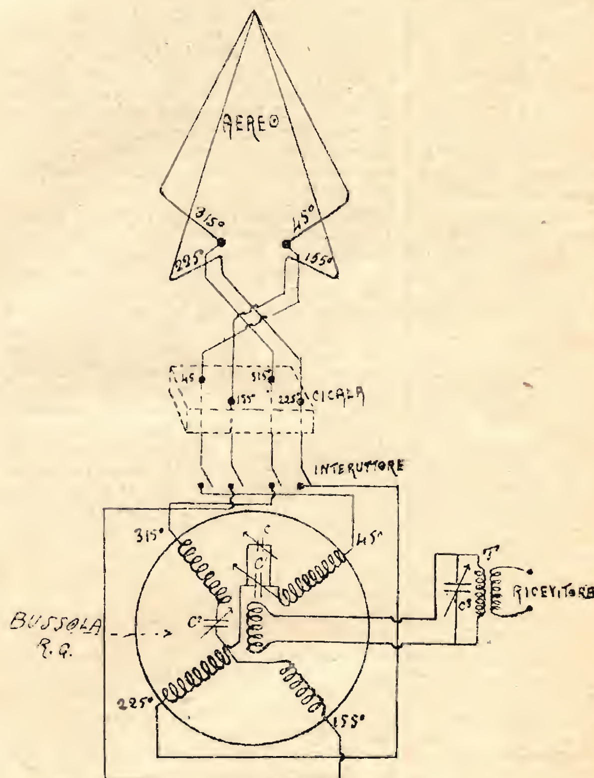


Fig. 12.

risultante per effetto delle correnti di recezione è sempre diretto in senso normale alla direzione della stazione trasmettente, qualunque sia la sua posizione rispetto ai due arei, ed inoltre che esso è proporzionale all'intensità della corrente massima di recezione, ma è del tutto indipendente dalla direzione da cui provengono le onde. Perciò basterà disporre nel campo magnetico creato dai due solenoidi una terza bobina, girevole intorno ad un asse verticale passante per l'incrocio

dei due primi, i cui estremi siano collegati ad un ordinario ricevitore radiotelegrafico e in base alle correnti indotte in essa dal campo magnetico risultante, correnti di intensità massima quando la bobina è nella direzione di quest'ultimo, minima quando in direzione normale, si potrà determinare la posizione della stazione trasmettente; naturalmente anche qui la determinazione si può fare valendosi della posizione corrispondente ai segnali più forti (nel qual caso la stazione cercata è nella direzione della bobina girevole) e di quella corrispondente al silenzio (e la posta trasmettente è nella direzione perpendicolare a quella della bobina).

Nel radiogoniometro Bellini e Tosi è praticamente attuata questa disposizione; i rocchetti L e L_1 sono costituiti da due avvolgimenti di una dozzina di spire di filo sottile ciascuno, avvolti ad angolo retto attorno ad un nucleo cilindrico. Internamente a questo ruota una bobina sferica (bobina esploratrice) collegata al ricevitore e munita di indice spostantesi su un quadrante graduato da 0° a 360°, in base alle indicazioni del quale si può avere l'indicazione del luogo da cui provengono i segnali.

Nella fig. 2 è schematicamente rappresentato un'impianto radiogoniometrico: terrestre, navale o aereo; gli aerei nel caso di una stazione terrestre vengono normalmente orientati secondo i punti cardinali, trattandosi di una posta navale vengono collocati, uno in direzione della prua (aereo per chiglia), l'altro in posizione trasversale a questa (aereo per madiere); inoltre le estremità (code) degli aerei devono essere esattamente collegate col rispettivo serrafilo della bussola



Fig. 13.

radiogoniometrica. I condensatori C_1 e C_2 servono per regolare il sistema su una data onda; per impedire degli eventuali errori prodotti da una differenza di capacità dei due condensatori si usa mettere in parallelo con uno di questi un terzo condensatore di piccolissima capacità (Billi) atto a compensare le lievi differenze esistenti. Il condensatore C_3 serve a mettere in risonanza il circuito degli aerei con quello della bobina esploratrice, che, attraverso al trasformatore ad alta frequenza T agisce sugli apparecchi ricevitori, a cristalli o a valvola con una o più amplificazioni per mezzo di opportuni *audion*. Una cicala di sintonizzazione, collegata tra gli aerei e la bussola serve ad adattare il radiogoniometro ad una data onda, con la produzione di correnti oscillatorie di frequenza conosciuta e determinata; per tale scopo, la cicala è fornita di apposita tabella di taratura.

Per evitare errori nei rilevamenti radiogoniometrici è necessario che i circuiti oscillanti dei due aerei siano esattamente sintonizzati, che i due aerei abbiano gli stessi requisiti elettrici e siano disposti ad angolo retto tra loro; soddisfatte queste condizioni la bussola radiogoniometrica può essere collocata in qualsiasi posizione rispetto alle antenne, giacchè in ogni caso l'indice indica la direzione della stazione trasmettente. La graduazione del radiogoniometro viene posta, nelle stazioni terrestri, con lo zero rivolto verso il Nord vero, cosicchè i rilevamenti ottenuti possono essere portati direttamente sulla carta; nelle stazioni di bordo invece lo zero della graduazione è posto in direzione della prua, cosicchè i rilevamenti sono fatti in rapporto alla rotta, e per ottenerli veri sulla carta bisogna, tracciata la rotta della nave, calcolare il loro angolo rispetto a questa.

Come già si è detto, le determinazioni radiogoniometriche si possono fare, sia valendosi delle posizioni corrispondenti

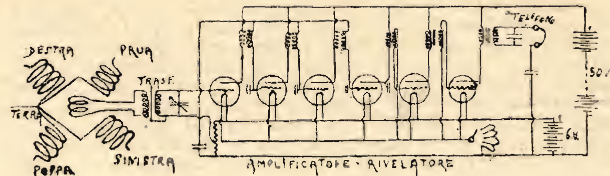


Fig. 14.

ai segnali più forti, sia di quelle corrispondenti al silenzio; ma, dato che l'orecchio umano giudica, dei segnali diversamente intensi, meglio i più deboli che i più forti, si usano in generale le osservazioni sulle regioni dei minimi. In taluni casi particolari però, come negli impianti radiogoniometrici a bordo di aeronavi è necessario valersi dei rilevamenti presi sui segnali più forti, a cagione del rumore del motore e delle scariche elettriche, più potenti e frequenti, che ostacolerebbero la ricezione.

Il sistema Bellini e Tosi ora descritto offre, non occorre dirlo, grandi vantaggi su quello a telaio mobile, per quanto anche questo abbia, per lo meno apparentemente, il pregio di una maggiore semplicità; e invero esso trova ancora oggi parecchi fautori, specie dopo il perfezionamento delle valvole ioniche (che con le amplificazioni dei segnali permettono la ricezione da poste anche lontane con quadri relativamente piccoli e maneggevoli) che sostengono come esso vada immune dagli errori (dei quali si parlerà più innanzi) di riflessione e rifrazione, inseparabili dal secondo sistema. Ma, mentre un accurato esame dei fatti ha potuto dimostrare che anche per gli aerei a telaio esistono gli errori anzidetti, s'è invece riscontrato essere causa di inesattezza l'usare di telai piccoli e l'amplificare in compenso molto i segnali. Infatti facendo uso di aerei rilevanti, che non richiedono soverchia amplificazione delle correnti ricevute, si rendono trascurabili gli errori dovuti alle correnti sviluppantesi non negli aerei ma direttamente nel complesso radiogoniometrico; con piccoli aerei invece, richiedendosi un'amplificazione dei segnali si vengono ad aumentare d'intensità anche le correnti parassite dell'intero sistema, le quali valgono a turbare i veri risultati ottenuti.

* * *

Già si è accennato agli errori comuni ai due sistemi di radiogoniometria descritti; questi possono essere anzitutto prodotti da una cattiva sintonizzazione dei due circuiti, d'aereo e della bobina esploratrice, e da essi si è cercato porre riparo adottando i così detti aerei aperiodici, privi cioè dei condensatori variabili visibili nella fig. 12; l'accoppiamento tra le bobine fisse e la mobile deve essere in tal caso assai stretto, perchè si possa disporre il radiogoniometro per una data onda variando solo il condensatore della bobina esploratrice. Altra causa di errore è dovuta al fatto che il complesso degli aerei tende ad oscillare rispetto alla terra, dando luogo ad una « componente verticale » che disturba il buon funzionamento dell'apparato. Questo errore, detto « errore verticale », ha per effetto di fornire dei minimi errati ed è maggiore usando come ricevitore l'audion, perchè la capacità della griglia rispetto alla terra assume un valore differente dalla capacità, pure rispetto alla terra, della batteria alimentatrice, e, dato

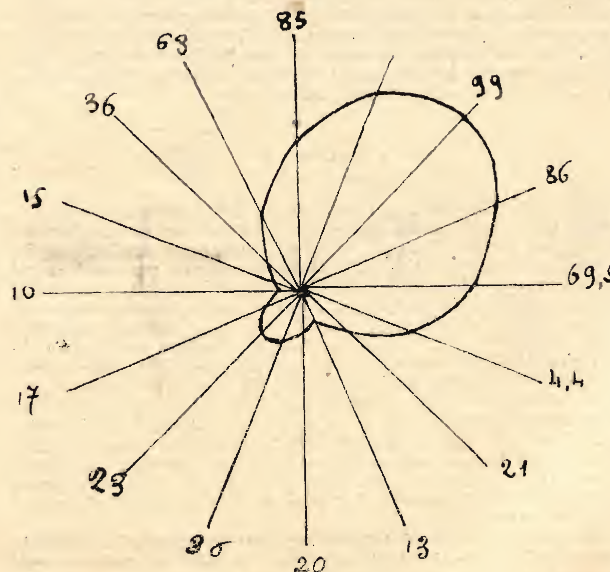


Fig. 15.

che queste capacità sono collegate ciascuno ad un'armatura del condensatore della bobina esploratrice, per lo squilibrio elettrico prodottosi, il campo interno resta turbato.

Altri errori sono prodotti dalla riflessione o rifrazione esterna delle onde radiotelegrafiche, in quantità ignota e variabile, che non può essere calcolata e quindi evitata; infine possono produrre perturbazione dei corpi conduttori in vicinanza del radiogoniometro, come ad esempio l'armatura di una nave o di un aeroplano; e queste, usando di aerei fissi, possono essere calcolate e quindi eliminate.

L'ultima causa di errore nei rilevamenti radiogoniometrici che citiamo qui, è quella che provoca il così detto «*effetto notturno*» il quale dà luogo a spostamenti apparenti della direzione della stazione trasmettente ed a cattivi minimi; esso diventa più pronunciato quando siano interposte tra le stazioni terre e in specie montagne; in mare è meno sentito ma è buona pratica per gli operatori navali prender i rilevamenti da stazioni costiere e, preferibilmente a scintilla (dato che l'errore è maggiore per le onde persistenti). La vera causa di un tale errore non è ancora bene accertata; le teorie emesse sinora si riferiscono in special modo a fenomeni di riflessione delle onde, causati dalla ionizzazione, variabile con la luce solare, delle alte regioni dell'atmosfera.

* * *

La Compagnia Marconi, che molto si occupa di studi radiogoniometrici, ha messo in commercio più tipi di apparecchi che rispondono bene al loro scopo. La fig. 13 ne rappresenta il tipo N.° 11, uno dei più semplici e perfezionati del momento attuale; è costruito per uso di bordo, ma naturalmente può benissimo essere usato in stazioni R. G. terrestri. Nella fig. 14 è rappresentato lo schema dei circuiti; tutto il sistema è aperiodico, cosicchè basta, per adattarlo ad una data onda, manovrare il condensatore variabile *C*. Il trasformatore ad alta frequenza *T* porta tra il primario e il secondario una lamina di rame (che eventualmente si può mettere in comunicazione con la terra) che serve a difendere il ricevitore dall'azione diretta dell'aereo, estranea alla trasmissione. Il rivelatore è dato da un amplificatore a 6 valvole (tipo Marconi) nel quale le prime quattro (V. 24) sono amplificatrici ad alta frequenza, la quinta (tipo *Q*) funziona da rettificatrice, o rivelatrice, la sesta (V. 24) da amplificatrice di bassa frequenza o di nota.

Gli aerei possono essere indifferentemente triangolari o quadrangolari; nelle installazioni di bordo uno di essi si dispone per chiglia e l'altro per madiere. In tal caso l'aereo per madiere può avere larghezza uguale a quella della nave e quello per chiglia circa i tre quarti del precedente. Per un'installazione terrestre con questo apparecchio è più che sufficiente per gli aerei un'altezza di 9 metri. Il rilevamento si fa valendosi delle zone del minimo, ma anche in questo, come negli altri tipi di radiogoniometri persiste l'ambiguità di 180° nella scelta della direzione della stazione trasmettente; difatti l'indice del radiogoniometro indica la direzione ma non il senso da cui provengono i segnali. Tale ambiguità, che non costituisce grave inconveniente per una stazione radiogoniometrica terrestre, può riuscire dannosa per una nave, in specie quando questa, per ragioni di sicurezza, voglia individuare la posizione di altre navi vicine nella nebbia. E però l'eliminazione di questo inconveniente fu ottenuta dai signori Bellini e Tosi, col mezzo di un'antenna verticale sovrapposta ai due aerei del radiogoniometro; in modo che le oscillazioni dei due sistemi si sommano in un senso e si sottraggono nell'altro. Nella fig. 15 è rappresentato un diagramma della energia ricevuta in questo modo. Recentemente poi anche la Compagnia Marconi ha brevettato il radiogoniometro tipo N.° 11 A, che fornisce un solo rilevamento corrispondente alla direzione da cui provengono i segnali, rendendo l'apparecchio per tal modo completamente unilaterale.

* * *

Innumerevoli sono i vantaggi resici dalla nuova invenzione, frutto intero del genio italiano. È noto come anche durante la recente guerra, tanto i tedeschi quanto gli inglesi impiegarono uno speciale sistema radiogoniometrico per guidare gli aeroplani e i dirigibili nelle loro incursioni sul nemico. Il sistema seguito dai tedeschi, frutto di una accurata organizzazione, fu attuabile solo per il fatto che tutte le stazioni R. T. della zona di operazione erano dirette e controllate da un'unica stazione centrale. Così quando uno Zeppelin voleva conoscere la propria posizione, la richiedeva alla stazione centrale, emettendo poi ripetutamente per circa mezzo minuto la lettera *V;* questa era raccolta da tre stazioni radiogoniometriche fisse, che determinavano la direzione dello Zeppelin e la trasmettevano alla stazione dirigente. Questa, coordinati i varî rilevamenti, ne otteneva la posizione dell'aeronave e subito gliela trasmetteva; il complesso delle operazioni durava circa tre minuti.

Gli inglesi invece adottarono un sistema misto, di indubbia superiorità su quello degli avversari, giacchè permetteva agli apparecchi di sapere la propria posizione senza renderla nota al nemico. Infatti tutte le più importanti aeronavi inglesi erano munite del radiogoniometro, ed inoltre erano state erette altre stazioni radiogoniometriche terrestri, sulle coste o in prossimità delle linee nemiche, che, oltre a far conoscere la posizione dei proprî apparecchi permettevano di individuare la posizione di quelli nemici a terra, sul mare, in aria. Ciascuna di queste, intercettando segnali nemici ne individuava la direzione di provenienza e trasmetteva subito il rilevamento al Comando Supremo; qui le informazioni ricevute venivano coordinate e veniva determinata l'esatta posizione del nemico. In tal modo, usufruendo delle comunicazioni che ogni sottomarino inviava alla sua base, fu possibile agli Alleati individuare la posizione di molti di questi ed evitare parecchi siluramenti.

Gli ottimi risultati ottenuti da tali impianti radiogoniometrici durante la guerra, dànno affidamento di una utiltià maggiormente umanitaria per un avvenire di pace, con la possibilità per le navi ed aeronavi di conoscere immediatamente la loro posizione (specie quando siano rese impossibili dal cattivo tempo le altre osservazioni) e in caso di naufragio od altro pericolo comunicarla ad altre navi o stazioni costiere per il salvataggio.

Due sono i metodi in uso per conoscere la posizione di una nave od un aeroplano muniti di apparati R. T. col mezzo della radiogoniometria; l'uno consiste nel disporre le stazioni di osservazione a terra, l'altro nell'installare il radiogoniometro a bordo di ogni nave o velivolo. Vi è tutt'ora discordanza tra gli studiosi nel stabilire quale dei due sistemi sia il migliore; giacchè tanto l'uno che l'altro offrono vantaggi rilevanti da punti di vista sia tecnici che commerciali e contemporaneamente vantaggi dal lato pratico.

Con le stazioni di osservazione fisse si possono impiegare aerei di qualunque grandezza e apparati di qualunque potenza, onde questi possono essere tanto sensibili da poter ricevere segnali da stazioni di potenza limitata, poste su navi o velivoli anche a grande distanza; inoltre, dato il piccolo numero di tali stazioni si potranno impiegare pochi telegrafisti specializzati, tenuti sotto la sorveglianza di esperti tecnici. D'altra parte però conviene considerare che, col continuo crescere d'importanza della R. T., per le comunicazioni e con l'aumentare del traffico, quando una nave priva di radiogoniometro volesse conoscere la sua posizione dovrebbe attendere il suo turno prima di poter emettere la serie dei segnali prestabiliti, magari a scapito della sua sicurezza, e certo turbando il traffico R. T. delle altre stazioni.

Quando invece la nave stessa sia munita di radiogoniometro, l'operatore può, se il traffico è in quel mentre molto attivo, prendere i rilevamenti ascoltando semplicemente al telefono le varie stazioni in conversazione; per facilitare poi le osservazioni eseguite con questo metodo si è proposta l'installazione di radiofari, i quali emettono a determinati intervalli segnali facilmente riconoscibili. Tali stazioni richiederebbero pochissima manutenzione, funzionando automaticamente; tuttavia si dovrebbero impiegare per esse lunghezze d'onde speciali, così da non turbare il traffico radio-telegrafico regolare.

Le precedenti considerazioni valgono a dimostrare la superiorità del secondo sistema sul primo. Anche questo però ha trovato molto favore ed è già stato anzi attuato in molti paesi. In Inghilterra sono state adibite ad uso radiogoniometrico le stazioni di Peterhead, Berwick, Flamboroug, Lizard, Amlwich, Rhyl, Carnsore, Larne e Seawiew che ascoltano su onda di 600 metri; e di Chebucto Head, Canso e Cape Race nel Canadà, che prendono rilevamenti su onde di 450 metri. Gli Stati Uniti hanno già sistemato complessivamente 22 stazioni radiogoniometriche, delle quali quattro nei pressi di Nuova York, tre vicino a Boston e due (della portata di 100 miglia) a Cape Cod e a Cape May, per comunicare con le navi. Anche in Italia sono in funzione stazioni R. G. per l'atterraggio delle navi mercantili su Venezia e sono in costruzione altre sulla costa Calabra e nel Golfo di Taranto, in specie là dove le nebbie frequenti rendono malsicuri gli atterraggi. Pure numerosi però sono gli impianti di stazioni R. G. a bordo delle navi stesse e recentemente anche la direzione del Lloyd Triestino ha stabilito sui piroscafi sociali destinati alle Indie e all'Estremo Oriente la sistemazione della bussola R. G.

Già numerose sono le prove che il radiogoniometro ha dato della sua utilità e già parecchi sono i disastri marittimi evitati, almeno in parte, col suo aiuto. Ricordiamo qui il naufragio avvenuto il 12 gennaio 1920, della nave postale francese «*Afrique*», della Compagnia des Chargeurs Réunis, la quale, avendo urtato contro il bassofondo di Rochebonne, potè, mentre colava a fondo, lanciare il ben noto conosciuto segnale di salvataggio S. O. S. (*Save or Sunk*) assieme all'indicazione della sua posizione ottenuta col radiogoniometro, permettendo così ad alcune navi di recarsi sul posto del disastro per procedere al salvataggio.

Così avendo radiotelegrafato assieme ai segnali di soccorso la sua esatta posizione, una nave americana, il trasporto militare Cantigny, diretto ad Anversa, fermatasi causa una rottura delle macchine a 30 miglia a destra dell'isola del Fuoco, potè essere soccorsa da numerose navi che avevano ricevuto l'appello.

Infine, recentemente (11 gennaio del corrente anno) il piroscafo *Fanad Head*, munito di radiogoniometro potè rilevare la posizione e correre in soccorso della norvegina *Ontaneda*, gravemente danneggiata da una burrasca sulla sua rotta da New York a Bergen.

Grandi servigi ha prestato ed altri maggiori promette per l'avvenire la radiotelegrafia direttiva applicata all'aviazione; il dirigibile « R 34 » che compì il primo viaggio aereo tra Europa e America era munito di un radiogoniometro il quale servì ottimamente nella rettificazione e nel controllo della rotta.

Il capitano inglese Alcock che ha compiuto, con eccezionale fortuna nel vento, una rapida traversata fra Terranova e l'Irlanda, ma in un solo senso, incontrando rilevantissime difficoltà ha dichiarato che solo ai dirigibili muniti di radiotelegrafia direttiva potrà essere affidato un regolare servizio aeronautico fra l'Europa e l'America.

* * *

Il radiogoniometro bene dunque completa l'opera spiegata dalla radiotelegrafia, la quale ha potuto sì enormemente diffondersi e rendersi utile in brevissimo tempo, quale forse poche invenzioni lo furono nei tempi passati. La telegrafia senza fili inviava per l'etere i suoi misteriosi messaggi a tutti indistintamente e da tutti riceveva; la radiotelegrafia direttiva ha fatto di più, e ci ha dato il mezzo di dirigere la nostra parola ove noi vogliamo, o di sapere di dove venga.

Onoriamo dunque il genio che ha saputo darci tali meravigliosi apparecchi, ricordiamo sopratutto che questo genio è italiano e che la moderna grande scoperta va aggiunta come nuova e possente pietra di costruzione del monumento della gloria scientifica nazionale.

ALDO MANUZIO REPETTO.

BIBLIOGRAFIA. O. Murani, *Telegrafo senza fili*; F. Grassi, *Magnetismo ed elettricità*; N. N., *Il radiogoniometro e la radiotelegrafia direttiva: Ufficio Radiotelegrafico Marconi*; N. N., *Principî di radiotelegrafia e loro evoluzioni: Ufficio Radiotelegrafico Marconi*; A. S., *Il radiogoniometro nella condotta della navigazione: Le vie del mare e dell'aria* (volume 7, fascicolo 38); G. Montefinale, *Il radiogoniometro: Le vie del mare e dell'aria* (vol. 6, fasc. 34); L. Solari, *Comunicazioni rapide Italo-Americane, radiotelegrafia ed aviazione: Le vie del mare e dell'aria* (vol. 7, fasc. 36).

NOZIONI PRATICHE ELEMENTARI

COME SI ESEGUISCONO GLI IMPIANTI DI LUCE ELETTRICA

In queste brevi nozioni cercheremo di dare le norme più importanti in modo che ognuno seguendole e studiandole, sarà in grado di eseguire qualunque impianto di luce elettrica senza l'aiuto di nessuno. Parleremo prima di tutto degli apparecchi che si adoperano in tali costruzioni e accenneremo in seguito agli schemi più comuni.

Sorgente di elettricità. — Di questa non parleremo a lungo perchè la corrente necessaria all'impianto non si produce in casa propria come avviene per i campanelli elettrici, ma proviene da apposite stazioni generatrici e distribuita agli utenti dalla Società alla quale appartiene la stazione. La corrente elettrica può essere continua e alternata; ma questa distinzione non ci servirà nelle nostre applicazioni.

Filo di linea. — Il materiale più usato nella costruzione dei fili conduttori è il rame, perchè assieme alla buona conducibilità offre il vantaggio di avere un prezzo non troppo elevato. I fili vengono rivestiti di una guaina isolante per evitare che toccandoli si sentano delle forti scosse ed anche per maggior sicurezza. A seconda del luogo che attraversano hanno coperture differenti.

Per esempio, i fili tesi lungo le vie hanno una copertura interna di caucciù, poi una di cotone e un'altra di cotone incatramato per evitare l'umidità. I fili che devono passare in

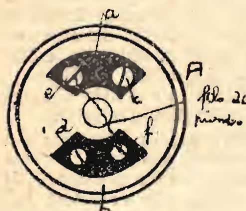


Fig. 1.

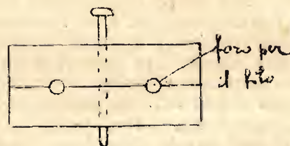


Fig. 2.

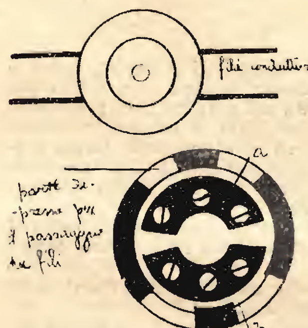
luoghi umidissimi, hanno tre o quattro coperture di gomma vulcanizzata e caucciù e poi quella di cotone. I cordoncini soliti che si adoperano negli appartamenti hanno uno strato di gomma vulcanizzata poi uno di cotone mediano e esternamente uno di seta o cotone colorato per rialzare l'estetica. Questi fili sono formati da tanti filini di rame del diametro di circa 2/10 di millimetro contenuti ben stretti entro il tubetto di gomma. Con questa disposizione si hanno dei fili molto più flessibili degli altri formati di un conduttore unico. Vengono poi usati con maggior vantaggio negli impianti a corrente alternata, perchè questa tende a disporsi alla periferia dei conduttori; così con questo artificio la corrente deve disporsi anche nella parte interna dei fili.

La sezione che si deve dare ad un filo per un dato impianto varia con l'intensità della corrente che lo attraversa. Daremo in seguito una tabella delle intensità massime ammissibili in fili di dato diametro.

Le linee aeree sono formate da fili aventi un conduttore unico (perchè così resistono meglio allo sforzo di trazione). Nel caso di impianti di luce elettrica i conduttori sono due, fissati agli isolatori e distanti fra loro di una decina di centimetri. Negli impianti interni si usano per maggior comodità dei cordoncini formati dai due conduttori avvolti a treccia. Così si fa molto presto nell'installazione e si guadagna nell'estetica.

Valvole. — Le valvole sono apparecchi che servono a proteggere i conduttori da un riscaldamento eccessivo. Sono formate (fig. 1) da una base di porcellana (*A*) sulla quale sono fissate due lastrine di ottone *a* e *b* aventi ciascuna due viti alle estremità.

I due capi del filo si fanno arrivare, per esempio, in *c* e *d* e fra gli altri due morsetti rimasti liberi *e* ed *f* si fissa il filo di piombo di diametro conveniente. Questa specie di valvola



Figg. 3 e 4.

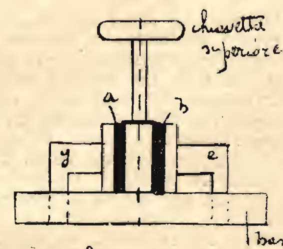


Fig. 5.

si chiama *unipolare* perchè si inserisce sopra un solo conduttore. Vi sono anche quelle *bipolari* che sono formate da una scatola di porcellana divisa in due scompartimenti da un settore interno. A ciascuna estremità di questi due scompartimenti è fissata una molletta di ottone piegata in forma di *U* maiuscolo.

Le due mollette di una parte comunicano con l'impianto esterno e le altre due con quello interno. Il coperchio della scatola, pure di porcellana, porta verso l'interno quattro blocchetti di ottone che entrano esattamente nelle mollette. I blocchetti hanno un foro e una vite che serve a stringer bene il filo di piombo. Abbiamo anche le valvole *tripolari* per le cor-

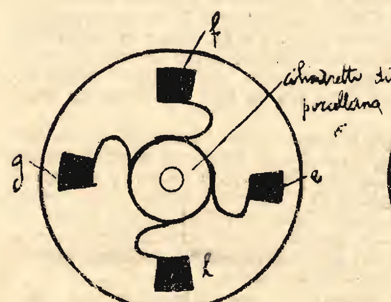


Fig. 6.

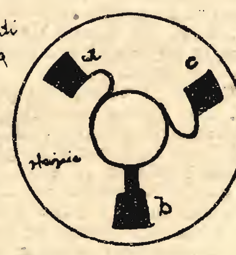


Fig. 7.

renti trifasi; ma queste non sono consentite dal nostro argomento.

Le valvole devono essere inserite in modo da proteggere gli apparecchi (lampade ad incandescenza, lampade ad arco, motorini, ecc). per i quali sono state messe, e si mettono in vicinanza dell'interruttore che comanda quel dato apparecchio.

Diamo la seguente tabella (G. Marchi, *L'operaio elettrotec-*

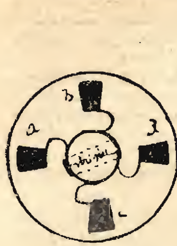


Fig. 8.

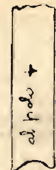


Fig. 9.

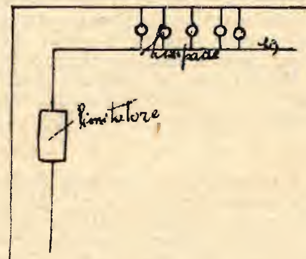


Fig. 10.

nico, Manuale Hoepli) contenenti i diametri e le sezioni dei fili usati per certe intensità e i diametri dei fili di piombo delle valvole per le stesse intensità.

Intensità in ampères	*Conduttori*		*Valvo e*
	Sezione mm^2.	Diametro in mm.	Diametro del filo in mm.
3	0.78	1	0.45
4	1	1.1	0.53
5	1.20	1.25	0.60
6	1.5	1.4	0.68
8	2	1.6	0.85
10	2.5	1.8	1
12	3	1.94	1.1
15	4	2.3	1.3
20	6	2.8	1.5
30	10	3.6	2
40	16	4.6	2.5
50	20	5.1	2.9

Isolatori. — Gli isolatori sono formati da materiale isolante (vetro o porcellana) e possono essere di varie forme. Per impianti negli appartamenti si usano dei cilindretti di porcellana con una gola tutt'intorno nella quale si fa entrare la treccia conduttrice. Negli impianti esterni si usano delle forme precedenti ma di dimensioni un poco più grandi. Per alte tensioni si usano a forma di campana con una o più scanalature oblique e dirette verso il basso.

Lungo le strade si fissano su appositi sostegni distanti dal muro una quindicina di cm. e distanti fra loro di una decina di cm.

Negli appartamenti se ne mette uno ogni due metri circa in modo da mantenere il filo ben teso.

Oltre a questa specie di isolatori, abbiamo i cosidetti *fissafili* che sono delle tavolette di legno o di porcellana con due fori trasversali (fig. 2 e 3) in cui si fanno passare i fili. Per la forma, questi fissafili possono essere quadrati, rettangolari, circolari ecc.

Scatole di derivazione. — Sono piccole scatolette di porcellana di forma cilindrica (fig. 4). Si adoperano quando da un conduttore partono molti fili diretti in diverse direzioni. Per non unirli con giunti si ricorre a queste scatole. Sono formate da due lastrine *a* e *b* munite di 3 o 4 viti. I due capi del filo principale vanno a una vite di ciacuna lastrina e i capi dei fili derivati si fissano sotto le altre viti. La scatola si fissa con un chiodo o una vite passante per il foro centrale e si ricopre con un'apposito coperchio di porcellana.

Interruttori. — Possono essere di tre specie: interruttori comuni con *una sola* interruzione, commutatori e deviatori. Constano tutti di una base di porcellana rotonda munita al centro di un foro in cui è fissato un supporto di ottone provvisto di un cilindretto di porcellana (figg. 5 e 6). Sopra la superficie esterna di questo cilindretto sono fissate tante strisce di rame (*a*, *b*, *c*, *d*.) dirette dall'alto al basso. Nella parte inferiore queste striscie si uniscono tutte fra di loro mediante un conduttore unico.

Contro il cilindretto si trovano delle laminette di ottone (*e*, *f*, *g*, *h*) che comunicano coi fili di linea. Se mediante una chiavetta di ebanite o di ottone fissata con una vite all'estremità del supporto si fa girare il cilindretto, quando due laminette fissate su di esso combaciano con due strisce opposte, si chiude il circuito, mentre quando le due striscie combaciano con una superficie libera del cilindretto non vi è alcuna comunicazione fra di loro ed il circuito è aperto.

L'*interruttore comune* è formato dal cilindretto con due contatti diametralmente opposti e due striscie pure opposte. Girando la chiavetta le due striscie comunicano coi contatti e chiudono il circuito, girando la seconda volta, si apre il circuito.

Il *commutatore* è formato dal cilindretto con un solo contatto. Le striscie sono due messe come sui due vertici consecutivi di un quadrato (fig. 7). La terza striscia non è come le altre ma è piegata e va nella parte inferiore del cilindretto precisamente sotto il conduttore unico che unisce fra di loro i contatti mobili. Girando la chiavetta, si stabilisce il contatto fra *c* e *b*, si apre nuovamente, e ricontinua in questo modo. Come si vede la corrente passa fra il contatto fisso *b* e uno dei contatti derivati *a* e *c*.

Il *deviatore* (fig. 8) ha il cilindro con due contatti opposti. I morsetti sono quattro fissati sui quattro vertici di un quadrato. Il contatto si chiude o fra *a* e *d* oppure fra *b* e *c* e non resta mai aperto interamente.

Portalampade. — Sono apparecchi muniti di una ghiera a vite nella quale si avvita la lampadina. Sono formati da quattro parti. Una è il collarino di porcellana o di ebanite che si trova nella parte inferiore, l'altra è la parte mediante che si avvita sul coperchio. L'ultima è la ghiera a vite fissata sopra un pezzetto di porcellana. I due fili si fissano alle due viti poste lateralmente su questa striscia di porcellana.

Prese di corrente. — Sono cilindretti di porcellana attraversati da due fori nei quali entrano due tubetti di ottone che comunicano ciascuno con un filo di linea. Entro i tubetti si infilano le *spinette di presa* formate da una basetta parallelopipede o cilindrica di porcellana o ebanite portante due aste di ottone di dimensioni tali da passare esattamente nei due tubetti della presa. Questi accessori si adoperano quando si hanno apparecchi non fissi e che si devono trasportare da una stanza all'altra, come per esempio le lampade portatili, i ferri da stiro elettrici, gli apparecchi di riscaldamento ecc.

Lampade ad incandescenza. — Sono ormai conosciute da tutti. Constano di un'ampolla di vetro di forma oblunga o sferoidale vuota d'aria e contenente un filamento metallico o di carbone. Quello metallico è formato da metalli rari come l'osmio, il tantalio, il tungsteno ecc. La corrente li arroventa; ma la mancanza di ossigeno non permette di bruciare e volatilizzarsi.

La tensione più usata per le lampade ad incandescenza varia dai 100 ai 220 Volts. La luminosità si distingue in candele. Così vi sono delle lampade da 3, 5, 10, 16, 32, 50, 100 e 500 candele.

Le lampade a filamento di carbone consumano circa 3 watts per candela di luce, mentre quelle a filamento metallico solo 1 watt per candela.

La durata delle lampade non si può stabilire con esattezza, essa è molto piccola per quelle che consumono poco. Le lampade a filamento metallico *trafilato* resistono molto di più di quelle a carbone. Recentemente sono state introdotte in commercio delle lampade da mezzo watt di consumo per candela. La temperatura a cui vanno i filamenti portati all'incandescenfia è di circa 2000°. Se si potessero raggiungere i 2500-2800° il consumo sarebbe molto minore, bisognerebbe però evitare il rapido consumo del filamento, avvicinandosi al punto di fusione. Per raggiungere questo si è introdotto nel bulbo delle lampade un gas che non attacca in nessun modo il filamento, cioè l'azoto. Questo gas però non ha precisamente tutti i requisiti necessarii per questo impiego; ma può essere adoperato lo stesso.

Lampade ad arco. — Questa specie di lampade è adoperata per ottenere una grande quantità di luce (2000-3000 candele) che non si potrebbe avere facilmente colle comuni lampade ad incandescenza. Una lampada ad arco è formata da due carboni cilindrici disposti verticalmente e appuntiti alle estremità vicine. Fra loro vi è uno spazio di qualche millimetro. La corrente elettrica passa attraverso lo strato d'aria che separa i due carboni formando una scintilla luminosissima.

Questi archi non possono essere inseriti direttamente sui circuiti perchè farebbero fondere subito il filo delle valvole consumando troppa corrente al momento dell'accensione. Si devono inserire con una resistenza addizionale calcolata nel modo che vedremo. Sui circuiti a corrente continua consumano 40 Volts e su quelli a corrente alternata 30 Volts. Supponendo di inserire una di queste lampade sopra un circuito a corrente continua a 100 Volts, la resistenza addizionale dovrà assorbire:

$$100 - 40 = 60 \text{ Volts.}$$

Supponendo l'intensità di detta lampada di 10 ampéres, la resistenza sarà di:

$$\frac{60}{10} = 6 \text{ ohm.}$$

Potrà essere costituita da 108 metri di filo di ferro del diametro di mm. 1,5 oppure da 72 m. di argentana (diametro mm. 1.8).

Per il calcolo con corrente alternata si segue lo stesso procedimento salvo a mettere 30 Volts per ogni lampada invece di 40.

Se ne possono mettere un certo numero in serie e calcolare la resistenza eccedente. Così per esempio per metterne 3 in

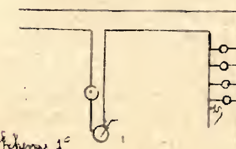


Fig. 11.

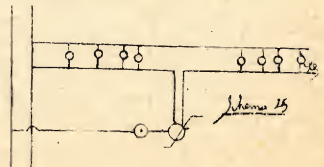


Fig. 12.

serie da 10 ampères sopra un circuito a corrente alternata a 120 Volts, la resistenza dovrà essere di:

$$3 \times 30 = 90 \text{ Volts} \qquad 120 - 90 = 30 \text{ Volts}$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{30}{10} = 3 \text{ ohms}$$

La lunghezza dei fili formanti la resistenza si calcola come nell'esempio precedente.

Nelle lampade ad arco a corrente continua si deve mettere il carbone maggiore in comunicazione col polo positivo superiormente e quello di dimensione minore col polo negativo nella parte inferiore. Coll'uso, il carbone positivo si incava e quello negativo si appuntisce (fig. 9).

Limitatori di corrente. — Sono apparecchi che permettono l'uso di un certo numero di candele di luce e non lo lasciano oltrepassare.

Sono formati da un'elettro-calamita attraversata dalla corrente stradale, posta in vicinanza di un'áncora mobile. Quando l'intensità richiesta dalle lampade supera un certo limite, la forza attrattiva del nucleo dell'elettro-calamita aumenta e attrae l'áncora aprendo il circuito. L'installazione nel circuito di un limitatore è rappresentata dalla fig. 10.

Norme varie. — Quando si devono fare i *giunti,* si denudano le due estremità dei fili che si devono unire per una lunghezza di circa 3 cm. e si avvolgono strettamente. Dopo si ricopre con nastro isolante.

Quando si hanno degli incroci con fili ad alta tensione si deve ricoprire il filo o con abbondante nastro isolante oppure infilarlo in un tubetto di caucciù.

Quando i fili si fanno attraversare un muro, si fanno passare attraverso un tubetto di porcellana o di gomma vulcanizzata. Il raccordo fra l'impianto interno e quello esterno si eseguisce coi tubi Bergmann che sono tubi di piombo contenenti i due conduttori isolati.

Esempi pratici. — Calcolare la sezione e il diametro di un conduttore col quale si deve eseguire un impianto di 10 lampade da 50 candele, filamento metallico, 20 lampade da 10 candele (filamento carbone) e 1 lampada ad arco consumante 10 ampères (compresa la resistenza addizionale). Tensione della linea a corrente continua 150 Volts. Calcolare inoltre il diametro dei fili da mettere nelle valvole sapendo che i suaccennati apparecchi sono divisi nei tre gruppi risultanti dal problema.

Le 10 lampade da 50 candele consumeranno

$$10 \times 50 = 500 \text{ Watts}$$

Le 20 lampade da 10 candele

$$20 \times 30 = 600 \text{ Watts}$$

Le due lampade ad arco

$$10 \times 150 = 1500 \text{ Watts}$$

Consumo totale in Watts

$$500 + 600 + 1500 = 2600$$

Intensità totale in Ampères

$$I = \frac{W}{E} = \frac{2600}{150} = 17 \text{ circa}$$

Secondo la tabella il filo deve avere una sezione compresa fra mm² 4 e 6. Stabiliremo perciò 5 mm², corrispondente ad un diametro di mm. 2,5 circa.

Il filo da applicare alle *valvole d'entrata* sarà di mm. 1.4 di diametro per proteggere il primo gruppo formato dalle 10 lampade da 50 candele calcoleremo il diametro nel seguente modo.

$$10 \times 50 = 500 \text{ Watts}$$

$$I = \frac{W}{E} = \frac{500}{150} = 3{,}3 \text{ Ampères}$$

Dalla tabella: diametro del filo di piombo mm. 0,50.

2° *gruppo* 600 Watts

$$I = \frac{600}{150} = 4 \text{ Ampères}$$

$$d = 0{,}53 \text{ mm.}$$

3° *gruppo* 10 Ampères

$$d = 1 \text{ mm.}$$

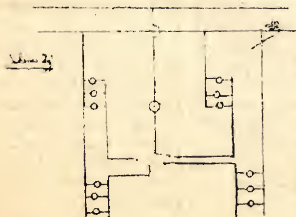


Fig. 13.

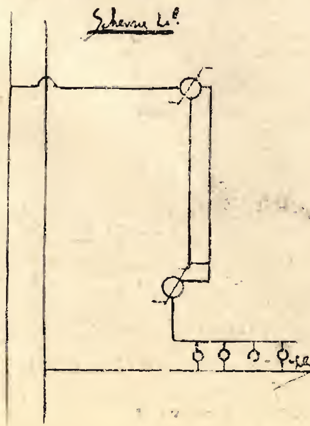


Fig. 14.

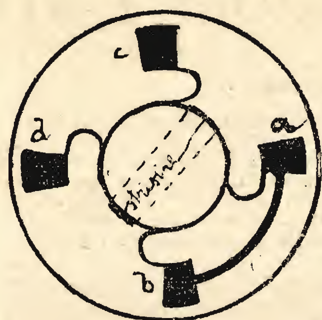
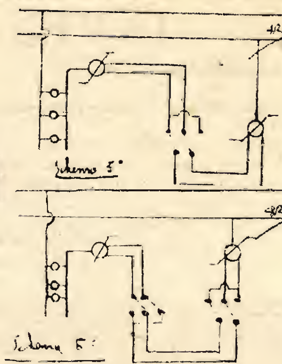


Fig. 15.



Figg. 16 e 17.

Schemi d'impianto. I segni usati negli schemi d'impianto comuni sono i seguenti:

Filo conduttore

Interruttore unipolare

Commutatore o deviatore

Valvola

Lampada ad incandescenza

» » arco

Presa di corrente a spina



Schema 1°. — Un interruttore accende e spegne una lampada o un gruppo di lampade.

Un filo di linea va direttamente al portalampada (fig. 11) mentre l'altro attraversa la valvola, l'interruttore e raggiunge il morsetto libero della lampada.

Schema 2°. — Un interruttore accende e spegne alternativamente due gruppi di lampade (lampade commutate).

Uno dei due fili di linea si biforca e va ad uno dei due morsetti delle lampade (fig. 12). Gli altri due morsetti rimasti liberi si uniscono ai morsetti secondarii del commutatore. Il morsetto principale comunica col filo di linea rimasto libero.

Schema 3°. — Un interruttore accende e spegne alternativamente tre o più gruppi di lampade (commutazione tripla, quadrupla ecc.).

La fig. 13 dà lo schema di questo impianto. Le congiunzioni sono fatte come quelle precedenti, salvo ad avere l'interruttore con più di due morsetti derivati.

Schema 4°. — Una o più lampade vengono comandate da due posti distinti e indipendenti.

1° *modo: con due commutatori.* — Uno dei fili di linea comunica (fig. 14) col morsetto principale di uno dei due commutatori. L'altro filo del circuito va al gruppo di lampade. Il morsetto principale del secondo commutatore va alle lampade. Due altri fili riuniscono i morsetti derivati dei due commutatori.

2° *modo: con due deviatori.* — I due deviatori non hanno i quattro morsetti indipendenti come è stato precedentemente spiegato, ma ne hanno due consecutivi (fig. 15) uniti fra loro. In questo modo funzionano come semplice commutatori. Ad un giro si fa comunicare p. e. *a* con *d* ed al secondo, *b* con *c*. Ma siccome *a* è unito a *b* questi due morsetti uniti funzionano come un solo morsetto. Lo schema d'impianto si riduce come quello precedente.

Schema 5°. — Comandare una o più lampade da tre punti diversi. Vedi schema d'impianto alla fig. 16.

Schema 6°. — Comandare una o più lampade da quattro punti diversi. Vedi figura 17.

Quando si eseguisce un impianto di luce, bisogna stabilire l'intensità di luce che si vuole avere in un dato ambiente, e questo valore varia colle dimensioni dell'ambiente da illuminare, coll'uso a cui è adibito e col potere più o meno riflettente delle tappezzerie.

Così per sale, botteghe, luoghi di abitazione si stabilirà una media di 4-5 candele per ogni metro cubo; mentre per camere da letto e corridoi di passaggio basteranno 2 candele per metro cubo. Le tappezzerie chiare riflettono il 50-80 % di luce mentre quelle scure solo il 20-30 %.

Luciano Bonacossa — *Mortara* (Pavia).

INVENZIONI ITALIANE BREVETTATE

Apparecchio "idro-aereo-scivolante".

Ho sempre ritenuto dannoso ed incompatibile il servizio marittimo postale e passeggieri fatto cumulativamente con le merci; dannoso perchè occorono quasi due mesi perchè una lettera scritta dal Sud-America per l'Italia possa avere una risposta; incompatibile pel disagio e perdita di tempo che si infligge ai passeggieri il dover sopportare viaggi che durano talvolta più di 20 giorni, quando lo si potrebbe trasportare in 5 o 6 giorni scindendo i due servizî, ed adottando apparecchi speciali adibiti al solo trasporto dei passeggieri e posta. Ed è appunto pensando a questa deficienza, a questo controsenso che mi è venuto maturando l'idea di mettere insieme un apparecchio che, oltre essere veloce, presentasse la massima sicurezza di navigazione rendendolo all'uopo anche insommergibile. I primi tentativi da me fatti a Mantova, con un piccolo apparecchio scivolante, risalgono al 1889, e quantunque teoricamente avessero dato risultati molto incoraggianti, dovetti sospenderne gli studî, sembrandomi che l'unico motore d'allora, cioè il vapore, fosse per questo genere di navigazione, troppo pesante ed ingombrante; ma, comparso il motore a scoppio, ne ripresi gli studî.



Fig. 1.

Dal titolo di questo apparecchio «*Idro-aereo-scivolante*» si comprende che il suo modo di navigazione si baserà:

1° sullo scivolamento alla superficie dell'acqua, come l'unico mezzo per ottenere velocità eccezionali;

2° sulla propulsione aerea, come la più indicata, perchè agisce senza interruzione sull'aria, dove trova costantemente il suo punto d'appoggio, ricavandone il massimo rendimento fra la potenza e la resistenza.

Questo apparecchio, per le sue forme, per la sua velocità (da 80 a 100 km. all'ora) e per il suo accomodamento a bordo, lo si può più paragonare ad un treno galleggiante che ad una nave comune; esso dovrebbe essere adibito al solo esclusivo trasporto della posta e passeggieri coi relativi bagagli personali; e per questo ho cercato di confortarlo con la massima sicurezza di navigazione, munendolo di un certo numero di pattini galleggianti inclinati (3 %) e scivolanti alla superficie dell'acqua, fissati sul fondo dell'apparecchio, divisi, tutti, internamente, ed in senso trasversale, in quattro compartimenti stagni, in modo da renderlo insommergibile; così essendo ridotti i giorni di navigazione, a bordo di un apparecchio insommergibile, saranno ridotte al minimo le cause dei disastri marittimi. Nella parte superiore verso prua vi è installato un piano inclinato aereo, orientabile a volontà, la di cui tela può all'occorrenza essere ammainata o distesa dall'interno della sottostante cabina di comando; quindi data la spinta propulsiva, sia per la forma caratteristica del fondo dell'apparecchio, sia per l'azione di sollevamento data dal piano inclinato aereo, l'apparecchio tenderà a portarsi alla superficie dell'acqua determinando da questo momento il suo scivolamento.

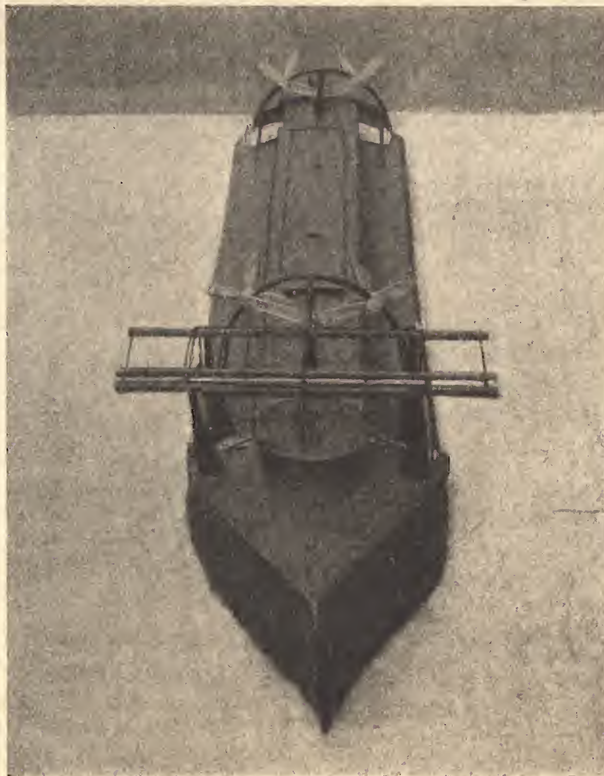


Fig. 2.

Come si è detto la sua propulsione è aerea, ed è formata da due gruppi di due eliche a quattro pale ciascuno; uno a prua, e l'altro a poppa, azionati da motori proprî ed indipendenti; e siccome detti motori dovranno essere a velocità variabile, così, a seconda dello stato del mare si potrà limitare la velocità, adoperando o l'uno o l'altro dei gruppi; o simultaneamente tutti e due, se lo stato del mare permetterà di spingere l'apparecchio al massimo della velocità; e siccome vi deve essere una certa relazione, talvolta favorevole, e tal'altra sfavorevole tra lo stato del mare, e la velocità dell'apparecchio, che perturba, con scosse, il suo regolare funzionamento, ho creduto trovarne la soluzione dando alla prua una forma speciale, che automaticamente rallenti, e riprenda, senza forti scosse, la sua velocità normale.

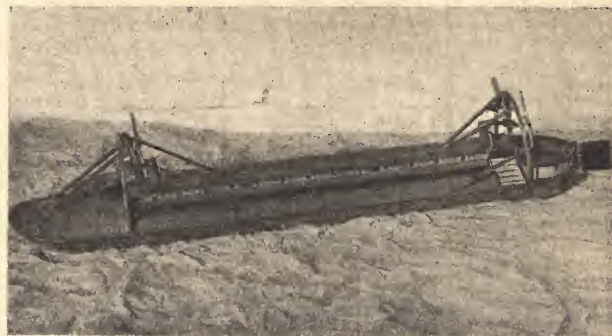


Fig. 3.

Il motore o motori di un apparecchio scivolante impiegano il massimo sforzo a spingerlo, a velocità propressiva, dallo stato d'inerzia alla superficie dell'acqua; e da ciò ne deriva la conseguenza, che più ridotta sarà la sua immersione, e più vasta la superficie scivolante, minore sarà lo sforzo impiegato; e fissando la sua massima immersione a 30 cm., lo spostamento dovendo rappresentare il peso totale dell'apparecchio completamente caricato con passeggieri, provviste, ecc. sarà facile trovarne la corrispondente superficie scivolante a contatto dell'acqua.

L'apparecchio è munito a prua della cabina di comando e di osservazione, nella quale funzionano le 3 ruote che azionano, l'una, l'orientamento del piano inclinato aereo; l'altra, l'ammainamento e distensione della sua tela; e la terza, il timone di direzione, sensibile anche all'aria. Da prua a poppa, per quasi tutta la sua lunghezza, è incastrata nel dorso dell'apparecchio la grande cabina destinata ai passeggieri, macchinismi, provviste, ecc.; ed è fiancheggiata da due corridoi; le proporzioni di tale cabina, potranno essere più o meno vaste, a seconda della maggiore o minore mole dell'apparecchio, ed all'uso a cui sarà destinata, o cioè, se per servizio su fiumi o laghi, o se per viaggi marittimi.

Le tre fotografie annesse rappresentano, appunto, due di tali tipi, e cioè:

Tipo N. 1 e 2 destinato alla navigazione marittima, con 100 metri di lunghezza per 20 metri di larghezza, la cui grande cabina per passeggieri, macchinismi, provviste, ecc., misura 80 metri di lunghezza per 5 metri di larghezza; e può trasportare 300 passeggieri.

Tipo N. 3 destinato alla navigazione sui fiumi e laghi, con 70 metri di lunghezza per 14 metri di larghezza, la cui grande cabina per passeggieri, ecc., misura 50 metri di lunghezza per 5 metri di larghezza, e può trasportare da 150 a 200 passeggieri.

AGOSTINO FERRONI.



Fig. 1. — Parte anteriore dell'apparecchio (è visibile il sistema di smorzamento, la scala ed i due indici) prima della carcassa protettrice.

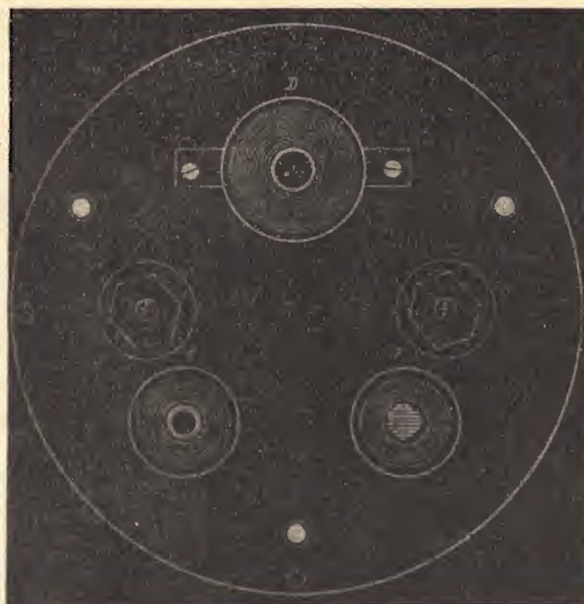


Fig. 3. — Sezione trasversale (*E*, resistenza ohmica; *F*, resistenza induttiva).

Voltfrequenzimetro.

Il nuovo apparecchio è atto a misurare ogni frequenza e tensione in impianti di energia elettrica a corrente alternata. Esso consiste, come si può vedere dagli annessi disegni, in due movimenti voltometrici, montati sulla stessa direzione d'asse e compresi nella medesima carcassa, *A* e *B*. In questi *1* ed *1'* sono gli smorzatori consistenti in due alette moventesi, col movimento dell'indice, in due tubi *i* e *i'* a guisa di stantuffo, cosicchè per la resistenza incontrata nell'aria, i movimenti degli indici vengono molto ammortiti. *D* e *D'* sono due rocchetti di fibra o di altra materia isolante sui quali è avvolto (in quantità variante secondo la portata degli strumenti) del filo elettrico di rame isolato, di piccolo diametro. Nel foro centrale di ciascuno di questi rocchetti, in direzione dell'asse ma spostata da questo, vi è un'asticina, portante un'aletta di ferro dolce nell'interno del rocchetto e poggiante su due pietre dure (affine di ridurre al minimo l'attrito) alle estremità. *P* e *P'* sono deboli molle a spirale fissate con un estremo all'asticina mobile, con l'altra al supporto, che hanno l'ufficio di portare l'indice a *O* quando la corrente non percorre l'apparecchio. Allorchè invece la corrente circola nei rocchetti, le alette interne a queste, asssumono un moto di rotazione la cui ampiezza dipende dalla tensione della corrente misurata, trascinando con sè gli indici *c* e *c'* che segnano sul quadrante posto sul dinanzi del l'apparecchio. La graduazione del quadrante è unica e quindi, essendo i movimenti voltometrici e le indicazioni degli indici indipendenti, è necessario che i detti movimenti siano simili, affine di dare per una medesima tensione spostamento uguale degli indici, che si troveranno uno al disotto, l'altro al disopra della graduazione, sulla medesima retta.

In serie nei circuiti dei due movimenti sono poste rispettivamente due resistenze: una ohmica, l'altra induttiva. La resistenza ohmica *E* è formata da un telaietto di porcellana su cui è avvolto del filo sottile di alta resistenza, di diametro e quantità sufficienti perchè non si scaldi eccessivamente; l'altra resistenza induttiva *F* è formata da un rocchetto avente un grosso nucleo (laminato così da non riscaldarsi per correnti parassite) sul quale è avvolto del filo di diametro e lunghezza tali che la sua resistenza ohmica sia uguale alla resistenza ohmica di *E*.

La quantità di ferro del nucleo deve essere piuttosto grande, così da dare variazioni dell'indice del movimento voltometrico contenente resistenza induttiva rilevante anche per piccole differenze di frequenza. Il funzionamento dell'apparecchio è evidente: ammettiamo che esso sia tarato per una frequenza di 50 periodi (cioè che l'indice del movimento con resistenza induttiva sia disposto in modo da trovarsi in linea col superiore allorchè la frequenza è di 50 periodi) e sia posto su una linea di una qualunque tensione, ad esempio di 200 volts. Vedremo allora che, finchè la frequenza rimane invariata ambedue gli indici segnano 200 volts. Così se la tensione fosse 125 (sempre rimanendo di 50 la frequenza) i due indici segnerebbero ambedue 125, poichè hanno in circuito ugual resistenza ohmica e col variare della tensione varia ugualmente l'intensità della corrente che percorre i due circuiti. I due indici quindi si seguono nel movimento segnando differendi tensione.

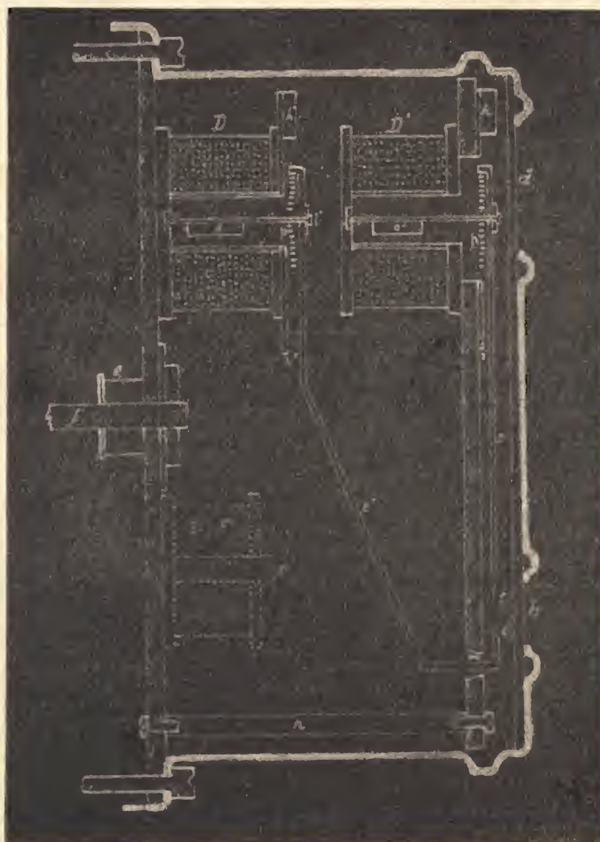


Fig. 2. — Sezione longitudinale dell'apparecchio.

Ma se avverrà nel circuito un cambiamento di frequenza questo non produrrà movimento nell'indice il cui circuito comprende solo resistenza ohmica; bensì produrrà una variazione alla resistenza induttiva (ricordiamo che questa è proporzionale alla frequenza) e quindi un movimento nell'indice *c'* proporzionale al numero dei periodi.

Ne viene allora che i due indici non sono più sulla medesima retta, ma quello *c* segnerà una tensione diversa, dipendente dal valore della frequenza. Dal valore di tensione segnato da quest'indice si può con un calcolo semplicissimo ricavare il valore della frequenza del circuito.

Si moltiplica infatti la tensione segnata dall'indice *c'* per la frequenza di taratura indicato dall'indice *c* e si ottiene una indicazione che si sottrae dalla frequenza di taratura. Il valore ottenuto, aggiunto o sottratto (a seconda che l'indice *c'* si sposta avanti o in-

dietro del *c*) alla frequenza di taratura ci dà la frequenza esatta della corrente.

Ad esempio. Se l'indice *c'* segna 110 volts (essendo lo strumento, tarato per 50 periodi), si ha: 110×50=5500; 5500 diviso per la tensione vera indicata dall'indice *c*, e che ammettiamo di 50, ci darà 55 periodi; da questi sottraendo 50, frequenza di taratura, si ha 5 che tolto (se si ammette che la tensione apparente sia maggiore della vera) da 50, frequenza di taratura, dà 45, numero di periodi della frequenza vera.

Il calcolo suesposto, semplicissimo ed alla portata di ogni operaio anche di cultura limitata è specialmente atto trattandosi di prove di motori.

I vantaggi dello strumento sono: che esso è adattabile a qualunque tensione, essendo di grande utilità ed economia su circuiti diversi; che mette inoltre sullo stesso quadrante il valore della tensione e quello della frequenza, offrendo così vantaggio all'operaio che può leggere contemporaneamente le due indicazioni. Questo fatto è di capitale importanza per i quadri di distribuzione delle centrali, dove i voltmetri ed i frequenzimetri sono sovente lontani tra loro, cosicchè l'operaio deve leggere successivamente i dati dell'uno e dell'altro per vedere

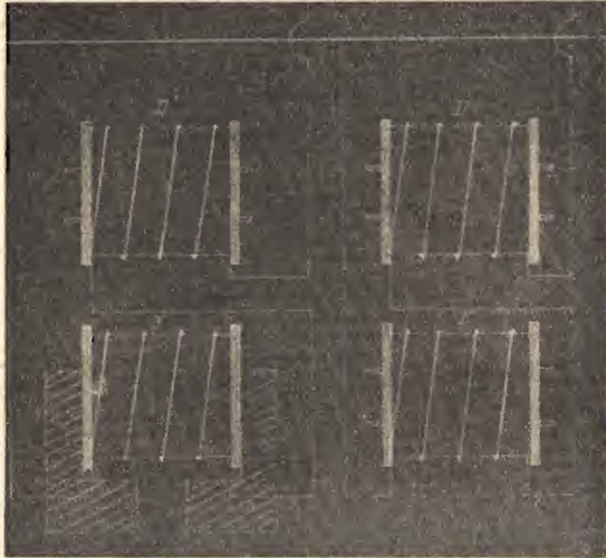


Fig. 4. — Disposizione schematica dei circuiti.

se, per esempio nell'accoppiamento degli alternatori, questi sono alla stessa tensione e frequenza, col pericolo che mentre sta osservando l'indicazione della frequenza vi sia un forte sbalzo nella tensione o viceversa e che quindi siano accoppiati alternatori non nelle stesse condizioni, con danno evidente.

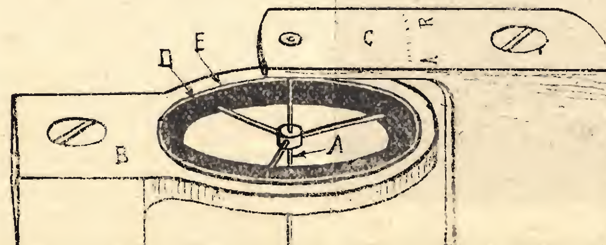
Questo tipo di voltfrequenzimetro, oltre a permettere una maggior comodità di visione da parte dell'operaio, nelle centrali, si è mostrato nella pratica di forte economia nei laboratori tecnici, per le varie prove delle macchine elettriche, essendo atto alla misura di ogni tensione e frequenza; il che viene ad accrescere notevolmente, anche dal lato economico, i vantaggi del nuovo apparecchio.

A. M. Repetto. — A. Portigliotti.

Perfezionamento agli orologi per evitare la rottura del perno del bilancere.

Il bilancere *D* porta un perno *A* sottilissimo ed elastico da permettere una flessione in tutti i sensi; esso è montato comunemente mediante un ponte *C*. A fianco di detto ponte va montato un ponte ed anello *B*, concentrico al bilancere; fra l'anello ed il bilancere deve risultare un piccolissimo spazio anulare ed uniforme *E*, che permetta il movimento.

Qualora l'orologio cada per terra o riceva un colpo in qualsiasi direzione, il perno elastico, anzichè rompersi alle estremità come accade sempre, si flette leggermente, e permette al bilancere di poggiare contro l'anello circostante. Poscia il



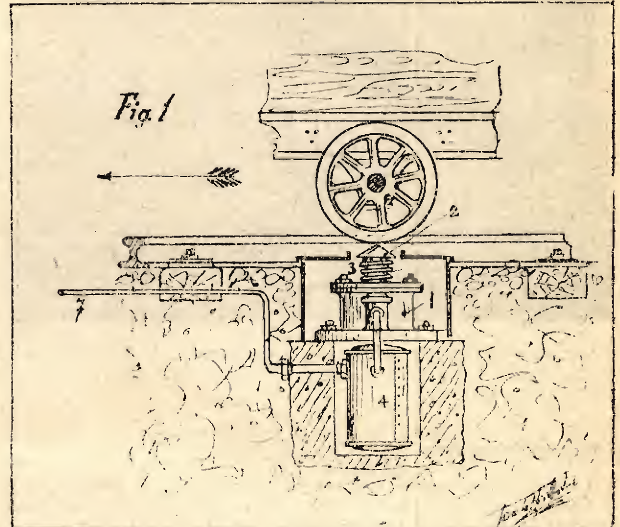
perno riprende la sua posizione e l'orologio continua a marciare indisturbato.

Quanto sopra è stato da me sperimentato lasciando cadere il mio orologio ripetutamente dall'altezza di m. 1,50.

Norberto Cian.

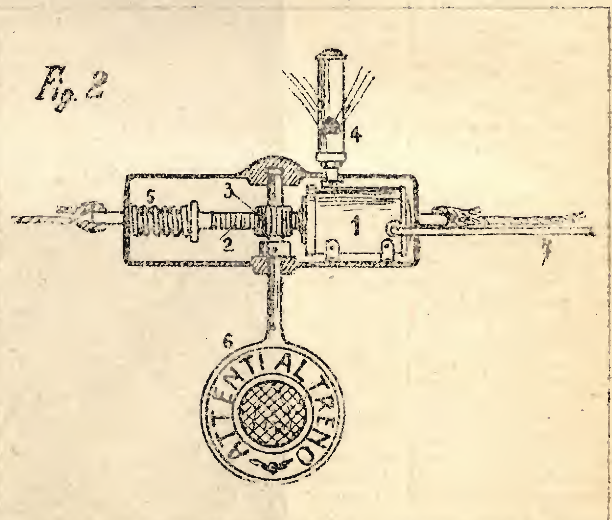
Segnalatore-avvisatore per passaggi a livello.

Ad una distanza dal passaggio a livello di 200 metri circa, verrà collocato l'apparecchio rappresentato dalla fig. 1, che consiste in un compressore (1) a semplice effetto; la testa del-



l'asta dello stantuffo (2) nella posizione normale si troverà a livello della rotaia; ne viene di conseguenza che al passaggio del treno, il bordo di ogni ruota che vi passerà sopra manderà in giù l'asta, e sarà in pari tempo una corsa utile dello stantuffo, il quale ritornerà nella posizione normale a mezzo della molla (3) per ripetere la medesima corsa al passaggio delle ruote successive. Un piccolo serbatoio (4) sarà necessario per immagazzinare la pressione; da detto serbatoio partirà un piccolo tubo (7) il quale sarà collegato con l'apparecchio segnalatore-avvisatore (fig. 2), il quale si troverà proprio bene in vista per i due lati della strada del passaggio a livello.

Non appena l'aria compressa agirà sulla faccia dello stantuffo del piccolo cilindro (1) la gremagliera (2) a mezzo del pignone (3) farà girare l'asta del disco (6) di un quarto, portandolo di conseguenza nella posizione come lo dimostra la figura 2, cioè di faccia. Siccome lo stantuffo in questa posizione lascia scoperto un foro nel cilindro comunicante col fischio, ne



darà contemporaneamente l'allarme dell'avvicinarsi del convoglio. Passato il treno tutto ritornerà nella posizione normale, di linea libera.

Nel centro del disco convenientemente disposto si potrà mettere una luce per la notte, in questo caso i dischi saranno due, uno di faccia all'altro con intervallo per il lume.

Per ogni linea è necessario un compressore (fig. 1), per ogni passaggio a livello un segnalatore-avvisatore solo (fig. 2).

Tocchetti Arturo.

Accoppiamento automatico -|- GF -|- per ferrovie secondarie e tramvie.

Risolvere il problema tecnico fondamentale dell'agganciamento, che è quello di renderlo di robustezza meglio corrispondente alla maggior potenza delle macchine di trazione oggi impiegate, realizzando in pari tempo l'accoppiamento *automatico* dei veicoli ferroviari e tramviari che evita gli infortuni così frequenti nel maneggio degli ordinari sistemi di attacco e realizza economia di tempo e di lavoro nel servizio, ecco una meta dei tecnici studiosi di progresso. Una soluzione semplice e sicura è ormai quella raggiunta dall'accoppiamento automatico brevettato della « Fischer » di Sciaffusa. È costuito a respingente centrale per trazione e spinta. La testa di accoppiamento è foggiata ad imbuto dal quale sporge un braccio munito di foro per la spina d'accoppiamento. Sul retro dell'imbuto trovasi il congegno che all'atto dell'urto fa cadere la spina verticale nel foro del braccio d'accoppiamento. Sul retro dell'imbuto trovasi il congegno che all'atto dell'urto fa cadere la spina verticale nel foro del braccio d'accoppiamento provocando così l'agganciamento automatico dei veicoli. Il sistema Fischer risolve pure il problema dell'accoppiamento *automatico* delle condotte dei freni, del riscaldamento ed elettriche, le quali fanno capo alla parte frontale delle teste d'accoppiamento dove sboccano in apposite valvole automatiche. Per le ferrovie secondarie, le quali in generale presentano curve strette, l'accoppiamento è assicurato automatico anche allorquando i veicoli si urtano con forti spostamenti laterali dagli appositi montaggi brevettati. Un modello più leggero serve per le vetture tramviarie (fig. 3).

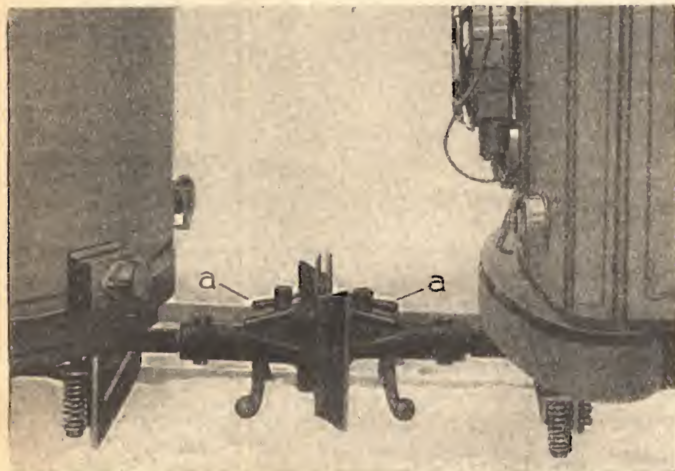


Fig. 1.

L'accoppiamento Fischer permette l'aumento del peso dei treni, provvedimento che si può considerare di maggiore efficacia pratica nella riduzione del costo di esercizio; offre la possibilità di ridurre il personale di manovra; elimina gli oneri degli infortuni, nonchè l'usura dei costosi tubi dei freni.

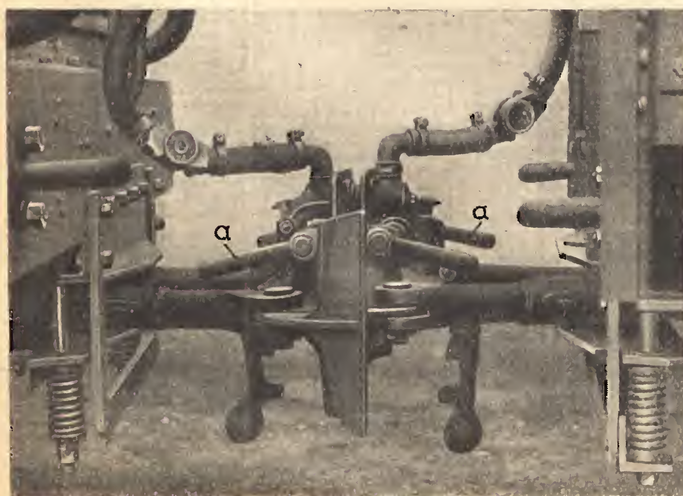


Fig. 2.

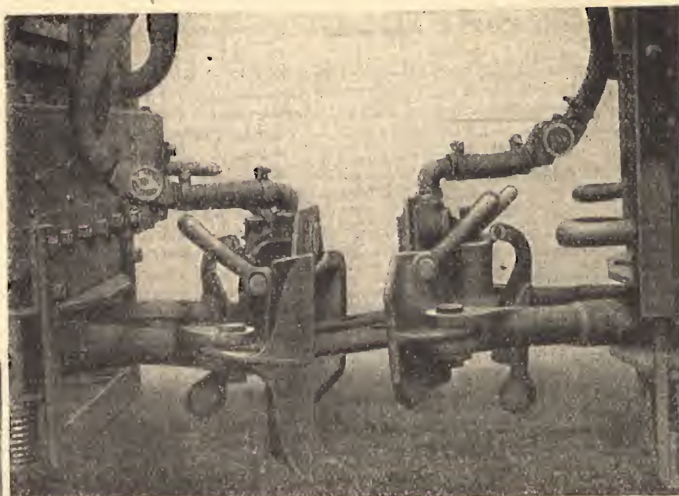


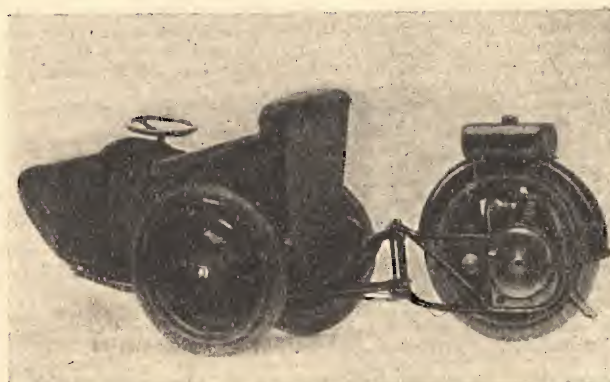
Fig. 3.

L'accoppiamento automatico Fischer ha dato durante lunghe prove su molte reti ferroviarie e tramviarie i migliori risultati pratici. Teniamoci a disposizione di quelli fra i nostri lettori che desiderino averne maggiori notizie.

Un nuovo tipo di moto-carrozzetta.

Fra le tante modifiche che si tenta apportare alle motociclette per trasformarle in un mezzo di trasporto comodo ed economico, notevole si presenta quella brevettata dal signor Mario Lucchini, che pur avendo la costruzione leggera delle motociclette, presenta le comodità che si riscontrano nelle auto, e, principalissima fra le altre, il posto a sedere per il conducente.

Essa consta di un telaio in tubi di acciaio di cui la parte anteriore sostiene la carrozzetta e la posteriore la ruota di sterzo, che è anche la motrice. Il telaio, verso il centro sostiene lo sterzo, comandato con tiranti da un volantino posto nella carrozzetta. Il freno, il debraye, la valvola d'immissione, ecc., vengono comandati a mano od a pedale dal conduttore seduto nella carrozzetta: questa poggia sull'asse delle ruote anteriori ed il motore sull'asse della ruota posteriore. In questo modo il telaio non subisce sforzi e ne consegue una costruzione leggerissima. L'adesione è sufficiente e aumentabile. Il telaio è scevro di molle e doppie forcelle non esistendo che le 2 o 4 balestre della carrozzetta, e siccome consta di pochi metri di tubo (meno di 6 compreso assale, sterzo, ecc.), la costruzione di questa viene ad essere di costo



poco superiore a quello di una motocicletta senza carrozzetta. Inoltre questa macchina permette l'applicazione dei motorini di 2-3 HP. Il veicolo, per la disposizione de' suoi organi, non fa risentire la crudezza degli sbalzi, nè le trepidazioni del motore, sempre notevoli specialmente per il conduttore nelle moto-carrozzette esistenti. Secondo la potenza del motore la carrozzetta può portare uno o più passeggeri. I comandi sono tutti (escluso lo sterzo) effettuati a mezzo di trasmissioni flessibili. In conclusione, questa moto-carrozzetta è esteticamente bella e molto comoda; il conducente è al riparo dal calore e dai grassi del motore e può ripararsi dal Sole e dalle intemperie sotto una « capote ». Rimpiazza la motocicletta per la sua comodità; il side-car per la sua economia ed è quindi alla portata di tutti, specialmente di commercianti, rappresentanti, signore e signorine. È insomma un veicolo pratico e moderno.

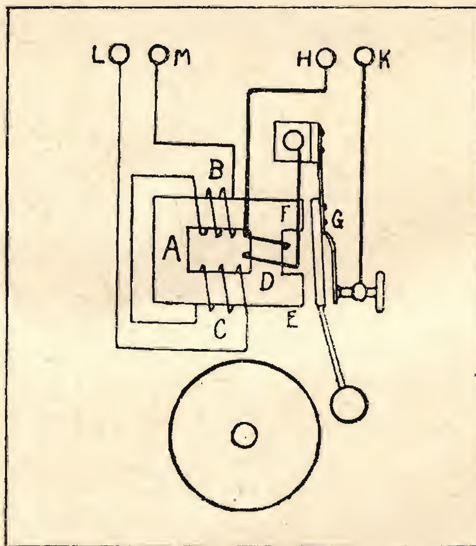
M. LUCCHINI.

Suoneria elettrica autotrasformatrice (sistema Kerbaker).

Questo apparecchio, brevettato, funziona contemporaneamente da suoneria e da trasformatore. Cosicchè, mentre può essere applicato direttamente alla rete della corrente di illuminazione, esso invia nella propria rete a bassa tensione una corrente di tensione non superiore ai 5 o 6 volts.

Il principio sul quale si fonda il funzionamento dell'apparecchio è il seguente: il nucleo di un trasformatore a circuito magnetico chiuso ed avente gli avvolgimenti primari e secondari montati su due lati opposti, non presenta alcuna polarità magnetica anche quando il primario viene percorso dalla corrente di alimentazione, purchè il circuito secondario venga mantenuto aperto; invece, allorchè questo viene chiuso su se stesso oppure su di una debole resistenza esterna, forti polarità magnetiche si sviluppano nei tratti di nucleo compresi fra i due avvolgimenti.

L'inventore ha utilizzato queste polarità magnetiche aggiungendo due appendici polari *E* ed *F* al nucleo di un trasformatore ordinario *A* che soddisfi alle suesposte condizioni, ed impiegando l'apparecchio in una comune suoneria elettrica in luogo di una semplice elettro-calamita. Si vede dalla figura che il funzionamento della suoneria, dopo avere effettuata questa sostituzione, non differisce assolutamente da quello delle suonerie ordinarie. In più essa presenta una garanzia assoluta contro l'incendio e tutti gli altri accidenti che possono essere provocati da un corto circuito sul secondario di un trasformatore per suonerie.



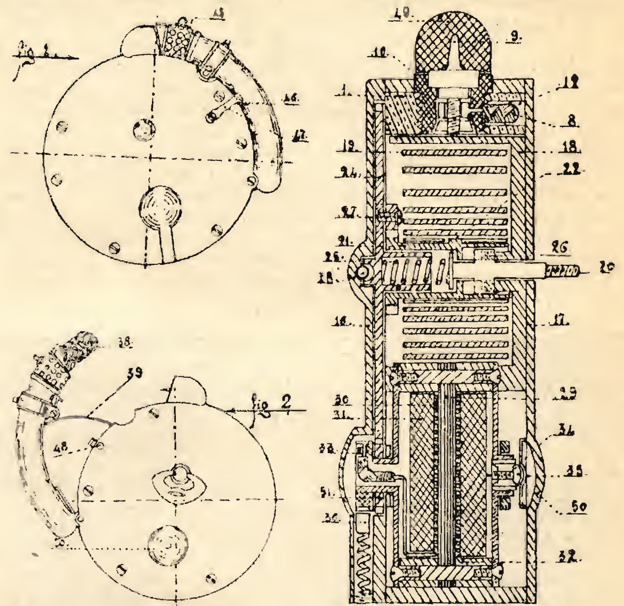
A, nucleo; *B-C*, avvolgimento primario; *D*, avvolgimento secondario; *E-F*, appendici polari; *G*, ancora; *H-K*, rete a bassa tensione; *L-M*, rete ad alta tensione.

Infine, l'impiego di questo apparecchio è particolarmente più economico di quello delle ordinarie suonerie alimentate da un trasformatore separato, poichè, invece di gr. 140 di filo di rame (di cui almeno 90 nel trasformatore e 50 nella suoneria) sono sufficienti nel nostro caso *soltanto gr. 50 di filo di rame*, di cui 30 nel primario e 20 nel secondario. Cosicchè il prezzo di costo, che per una suoneria comune e del suo trasformatore è complessivamente di L. 22 circa, per il nuovo apparecchio non è superiore alle L. 12; si realizza pertanto una economia di circa il 50%.

Accenditore elettrico tascabile.

Il trovato si riferisce ad un accenditore elettrico costituito da una scatola cilindrica racchiudente un magnete permanente, un dispositivo d'azionamento a molla e da un indotto costituito da un avvolgimento primario e secondario; venendo utilizzate le correnti di induzione prodotte nell'avvolgimento primario del magnete, nell'istante di massima induzione, per interruzione prodotta, è generata nel secondario una corrente ad alta tensione che scarica scintille fra due punte platinate provocando l'accensione di una miccia.

L'apparecchio è provvisto di miccia come nella fig. 2, premendo la chiavetta 20 si rendono libere le alette della suddetta, questa si libera dagli incastri 26; dette alette sono sempre connesse al rocchetto dentato 21. Viene iniziata la carica della molla 19 ed ultimata questa continuando a premere la chiavetta, la molla svolgendosi causa la rotazione del pignone 21 che aziona l'indotto, nel quale le induzioni e relative interruzioni producono le correnti ad alta tensione che si scaricano sulla miccia. Premendo il bottone della molla 48 si libera l'involucro anulare e spostandosi, la molla 39 spinge fuori la miccia, permettendo l'accensione sia di un sigaro o pipa, cucine a gas, ecc., ecc. La molla può rimanere sempre caricata essendone impedito lo svolgimento dalle alette della chiavetta in potere al supporto.



Estevan Olivieri — *Barcellona*.

Lampada elettromagnetica tascabile.

Il presente trovato si riferisce ad una lampada tascabile avente convenientemente disposto, entro una scatola, un doppio movimento d'azionamento a molla ed un magnete permanente provvisto di indotto azionato da detto dispositivo e costituito da un fascio lamellare avente un avvolgimento i di cui capi vanno rispettivamente uno alla massa e l'altro alla lampadina.

Nelle figure 1 e 2 il trovato è illustrato in forma d'esecuzione: la fig. 1, **lampada senza coperchio dimostrante il dispositivo d'azionamento; la fig. 2 è una vista in sezione della** lampada.

Il funzionamento avviene come segue: con riferimento alla figura 2; la molla *H* è in tensione, occorre mandare in potere della ruota *M* il rocchetto *U*, premendo il bottone dell'asse *S*, indi spostare l'ancoretta *K*, in posizione folle. Nel periodo di scarica, si carica la molla *H'* mediante la chiavetta *p'* e allorchè la carica precedente tende ad esaurirsi, si cessa la pressione sull'asse *S*, con ciò il rocchetto coassiale *U* andrà

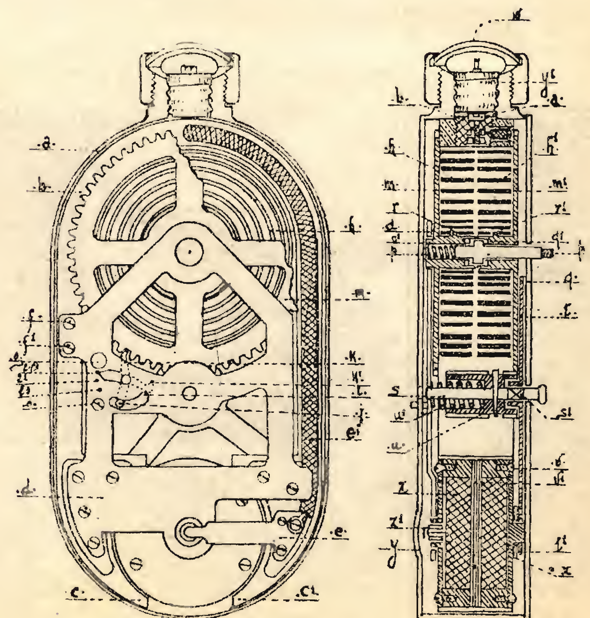


Fig. 1. Fig. 2.

in potere della ruota M' e la rotazione risulterà continua; ripetendo l'operazione si ha una scarica e una carica contemporanea e allorchè ne cessi l'uso, la molla rimasta in tensione viene arrestata dall'ancoretta K'.

ESTEVAN OLIVIERI — *Barcellona.*

Scambio elettrico automatico.

Abbiamo voluto chiedere al signor Federico Mohrhoff, *giovane ingegnere italiano laureatosi nel Politecnico di Milano, alcune notizie su uno* scambio elettrico automatico *da lui inventato e brevettato sotto il suo nome, che presenta molti vantaggi su quelli sinora conosciuti. Pubblichiamo integralmente quanto ci comunica l'ing. Mohrhoff.*

L'apparecchio è destinato alla manovra dello scambio dalla vettura in corsa ed a volontà del manovratore senza che quest'ultimo debba abbandonare gli organi di comando della vettura stessa. La manovra può avvenire in due modi: o mediante un pedale (interruttore) che serve a stabilire il circuito elettrico tra la vettura ed un bottone affiorante sul pavimento stradale, mediante un organo di contatto *(trolley a spazzola)*, oppure mediante una sezione isolata sul filo di linea sul quale termina il circuito di manovra del commutatore. Lo scambio in questo caso viene comandato mediante la corrente che attraversa i motori a seconda che il manovratore mantiene la manovella del *controller* in posizione di marcia oppure in posizione di arresto.

Il primo sistema di contatto fu già esperimentato sulle tramvie di Washington (sistema Westinghouse Company, di Pittsburg) e nel sistema Claret-Wuilleumier — come mezzo di trasmissione della forza motrice alle vetture, senza bisogno di impiantare la rete aerea di distribuzione. In pratica diede buoni risultati ed i bottoni di contatto non intralciarono affatto il traffico come a prima vista si potrebbe ritenere.

L'apparecchio per la manovra dello scambio è rappresentato dalla fig. 1 (in pianta) e della fig. 2 (in sezione) ed è costituito da due elettro-calamite ad assorbimento, contrapposte, le quali eccitate alternativamente provocano lo spostamento dell'ago d l- lo scambio.

Le dette elettro-calamite, hanno l'involucro esterno 5 comune munito superiormente di uno sportello d'ispezione e di caricamento del lubrificante fissato inferiormente sul fondo di una scatola di ghisa posta tra i binari, provvista di fori 7, per lo scarico delle acque piovane.

I due fondelli estremi 4 sono foggiati a cono e portano due tubi di ottone 8 — che servono di guida al nucleo rettilineo cilindrico 6. — I tubi servono anche a creare un piccolo traferro fra le varie espansioni polari allo scopo di impedire che si attacchino fra di loro.

Alle due estremità del nucleo sono fissati, mediante dadi, due bracci di ferro 1 — collegati fra di loro mediante un tenditore a vite 2 — che alle altre estremità portano due manicotti contenenti delle molle di compressione con lo scopo di attenuare l'azione troppo brusca delle elettro-calamite e di permettere un certo gioco al nucleo ed una certa elasticità al sistema.

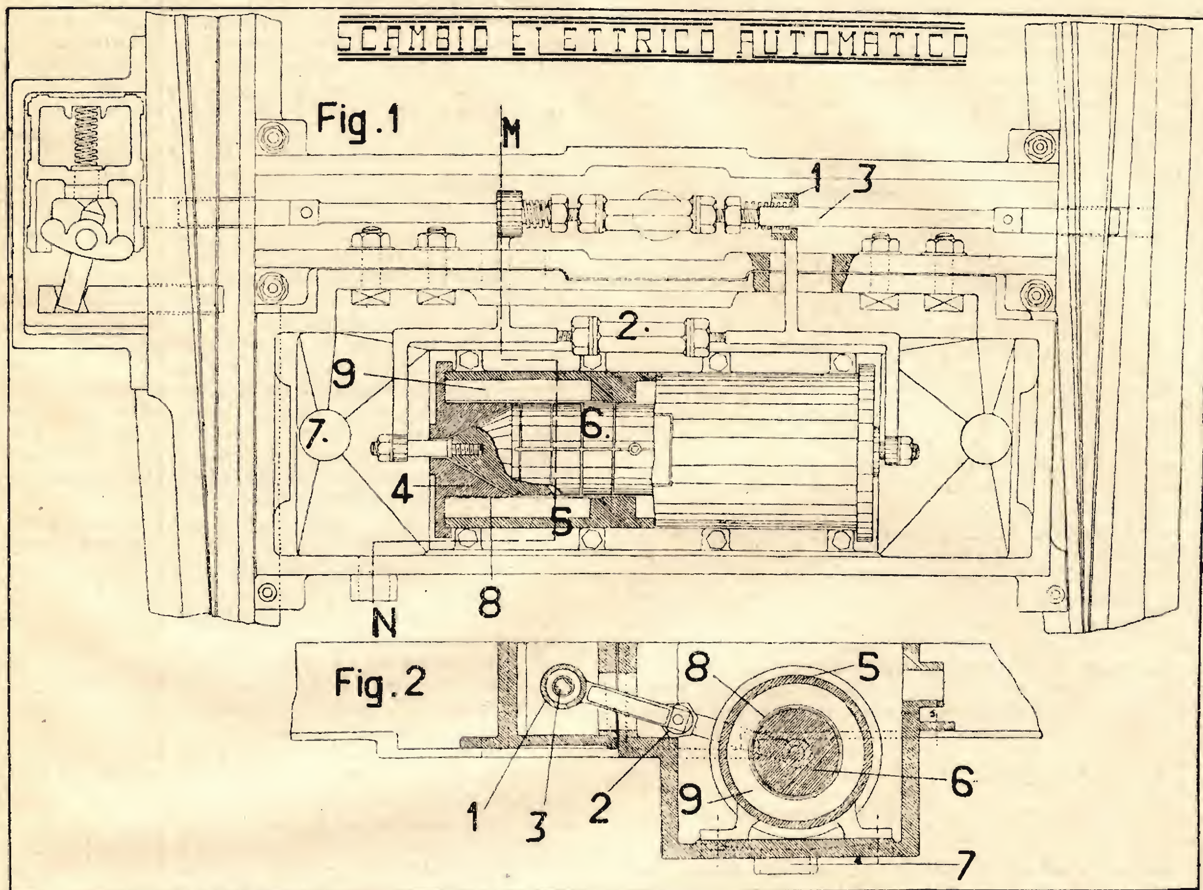
L'inversione di corrente nei magneti viene effettuata da un comune commutatore automatico che aziona due interruttori unipolari.

L'apparecchio è completato da un avvisatore ottico a lampade colorate piazzate sul uno dei fili di sospensione del conduttore aereo e servite da due interruttori indipendenti dallo scambio, ma dipendenti dal *trolley*. Ciò per evitare che le indicazioni dell'avvisatore risultino falsate, in caso di manovra a mano dello scambio.

E con l'impiego dell'apparecchio sulle linee tramviarie di grande traffico, si rende superfluo quello dello scambista, il cui salario normale di un uomo è superiore al costo dell'apparecchio in parola.

La domanda di privativa è stata regolarmente depositata (Registro 290, N. 1287, Prefettura di Milano).

Ing. FEDERICO MOHRHOFF.



FENOMENI ASTRONOMICI NEL 1921

con accenni alle più recenti scoperte ed alle meraviglie insospettate dell'Universo

XII. — FENOMENI IN DICEMBRE.

Nelle sere di dicebre, alla stess'ora di cui al mese precedente, lo zenit è occupato esattamente da γ Andromedae, all'Est della quale sono β e θ Persei, al Sud è l'Ariete, all'Ovest è il resto di Andromeda e Pegaso, al Nord è Cassiopea. Al Sud di queste costellazioni più o meno zenitali è la Balena (con Mira) galleggiante sul gran fiume Eridano, che mette foce (per noi) sempre sotto l'orizzonte; al Sud-W. è Orione che sorge preceduto dal Toro e dalle Pleadi; all'Est è sorto Procione (Pro-Cyon=Precursore del Cane) e però non è sorto ancora Sirio, che è per spuntare; sopra Procione stanno i Gemelli e sopra i Gemelli sta il Cocchiere con la Capra; al Nord-Est, presso l'orizzonte, è la parte anteriore della Grand'Orsa, ma al disopra di questa non si veggono, fin presso lo zenit, stelle di importante grandezza; al Nord, dall'orizzonte a Cassiopea, sono, rispettivamente: il Dragone, l'Orsa minore e Cefeo; al Nord-W. sono la Testa del Dragone, la Lira ed il Cigno; all'Ovest, sotto Pegaso, tramonta l'*Acquario che ospita ancora il piane'a Urano il quale il giorno* 16 *tramonta a* $22^h\,0^m$, *Mercurio lo stesso giorno passa al meridiano a* $11^h\,19^m$, *Venere a* $10^h\,50^m$, *Marte a* $7^h\,44^m$, *Giove a* $7^h\,12^m$, *Saturno a* $6^h\,41^m$, *Nettuno a* $3^h\,31^m$.

Gli altri principali fenomeni astronomici nella seconda quindicina di dicembre sono:

Giorno 16, occultazione di λ Geminorum, mezzo dell'occultas a $19^h\,12^m$. Giorno 17, a $19^h\,19^m$ minimum d'Algol con la stella molto alta. — Giorno 22, a 10 ore, il Sole entra nel segno del Capricorno=solstizio d'inverno. Lo stesso giorno, Saturno in congiunzione con la Luna a 12 ore e distante $3^o\,8'$ al Nord. — Giorno 23, a 3^h Giove in congiunzione con la Luna a $1^o\,12'$ N. — Giorno 24, a 0^h Marte in congiunzione con la Luna, a $0^o\,8'$ N. — Giorno 27, a 17^h Mercurio in cong. superiore col Sole. — Giorno 28, a 9^h, Venere in cong. con la luna, a $4^o\,38'$ S. — Giorno 29, a 10^h, Mercurio in congiunz. con la Luna, a $6^o\,45'$ S. Nello stesso giorno, a 14^h, Saturno in quadratura Ovest col Sole. — Giorno 31, a 0^h, Venere nel nodo discendente.

Noteremo fra i su riportati fenomeni, quello della doppia congiunzione: la congiunzione di Marte con la Luna, che avverrà il giorno 24 alla mezzanotte, e quella di Giove con la Luna, che accadrà ventun'ore prima. Ma, a causa del moto della Luna (diretto da ponente ad oriente) essa nell'intervallo di ventun'ore si sarà scostata molto da Giove; e, poichè la Luna non sorge (per Roma) che alle ore due e 34 minuti, essa si sarà scostata un pochino anche da Marte, tuttavia il preteso pianeta della guerra sarà ancora molto vicino alla sua collega d'Olimpo, pretesa cacciatrice.

ATTUALITÀ ASTRONOMICHE:

Il metodo delle interferenze e la decuplicazione della potenza separatrice dei telescopi.

Già notammo nel n. 20 di *S. p. T.*, corrente anno, come il fatto astronomico più interessante dell'anno scorso sia stato la costruzione (dicemmo un po' impropriamente: l'invenzione) di un nuovo interferometro di grandi dimensioni montato sul gigantesco telescopio di Monte Wilson mercè il quale si è riusciti a misurare il diametro della stella Betelgeuse e si spera fra l'altro verificare *de visu* l'effetto d'Einstein, misurare le orbite invisibili di stelle doppie, di ricavare la parallasse trigonometrica (dico trigonometrica) di un gran numero di stelle, ecc., ecc. Diciamo ora qualche cosa su questo così detto *Metodo delle interferenze*.

Prendo all'uopo dal *Bulletin de l'Osservatoire de Lyon*, dell'Agosto 1920, che a sua volta fa un riassunto di quanto fu esposto da H-S. Jones in *The Observatory*, giugno 1920, pagina 248.

« Se indichiamo con f la lunghezza focale di un telescopio, con D la sua apertura e con λ la lunghezza d'onda della luce utilizzata, la formula

$$x = \frac{\lambda}{D}\, f = \alpha_0 f$$

ci dà la distanza del centro geometrico d'un'immagine stellare al primo anello di diffrazione brillante. Per l'anello dell'ordine n si ha $x = n\,\alpha_0\, f$.

« Questo risultato è dedotto da una teoria geometrica elementare, ma Airy ha mostrato che essa non è affatto rigoroso e che bisogna sostituire 1.22 α_0 ad α_0. D'altra parte, se si esaminano coppie di stelle molto serrate, le due immagini sono spesso confuse e il criterio di Lord Rayleigh consiste nel considerarle separate allorchè il centro di una delle stelle è più lontano dal centro dell'altra che l'anello oscuro più vicino. In questo caso, vi è una separazione netta delle due sorgenti luminose come quello per le stelle più serrate e si constata solamente un allungamento più o meno distinto dell'immagine unica. Con questa convinzione il potere separatore di uno strumento si trova dunque uguale a $1{,}22\ \frac{\lambda}{D}$.

Con la luce gialla di lunghezza 0 μ 5500, esprimendo D in pollici si trova per l'espressione del potere separatore $\frac{5''\,03}{D}$; questo risultato è molto d'accordo con quello dato dalla formula empirica di Dawes.

« Supponiamo ora di piazzare davanti l'apertura d'un telescopio due fenditure strette, parallele, separate da un intervallo uguale a Γ e, alla distanza d dell'obbiettivo, un oggetto luminoso di lunghezza a. In genere, un sistema di frange d'interferenza si forma nel piano focale del telescopio; facendo variare la distanza delle fenditure le frange possono scomparire, poi riapparire nuovamente. La loro scomparsa, o più esattamente, la loro posizione di minimum di visibilità, può essere determinata con una grande esattezza. Designiamo con $\alpha = \frac{a}{d}$ l'angolo sotteso in un piano perpendicolare alle fenditure dall'oggetto luminoso esaminato col telescopio: Vi sono diversi casi da considerare a seconda della forma di quest'oggetto:

a) La sua larghezza può essere trascurabile in rapporto alla sua lunghezza (caso di una fenditura luminosa sottile): le frange scompaiono allorchè $\alpha = n\,\alpha_0$, avendo luogo la prima sparizione quando $\alpha = \alpha_0$. Questo caso presenta un interesse puramente teorico;

b) Se l'oggetto è un cerchio uniformemente rischiarato le disposizioni hanno luogo per dei valori del rapporto α/α_0 eguali a 1,22; 2,24; 3,26; 4,26, etc.;

c) Si può ancora considerare il caso di una sfera la cui intensità luminosa diminuisca dal centro al contorno, come il caso del Sole. Allora il primo valore α/α_0 è 1,33;

« I due casi precedenti si incontrano allorchè trattasi di misurare il diametro angolare di piccoli corpi celesti, come gli asteroidi ed i satelliti dei pianeti.

d) Passo infine ad esaminare il caso di due sorgenti puntuali eguali; si è trovato che in questo caso le frange scompariscono allorchè il valore dell'angolo sottoso dalle due sorgenti e uguale a $\frac{2\,n - 1}{2}\,\alpha_0$. Per $n = 1$ si ha $\alpha = \frac{\alpha_0}{2}$. Ne risulta dunque che, applicando questo metodo alla separazione di stelle doppie molto serrate si migliora il potere separatore teorico nella proporzione di 1.22 a 0,5.

« D'altronde non è affatto necessario collocare le due fenditure sull'obbiettivo. Si ottiene lo stesso risultato disponendole in un punto qualunque del fascio dei raggi. Al Mont-Wilson, sul telescopio di 100 pollici (m. 2.54), sono state disposte a 47 pollici (m. 1,194) dal fuoco: in questo sito il fascio luminoso ha una sezione retta di 2,9 pollici (cm. 7,4). Le fenditure hanno la lunghezza di 1 pollice ed una larghezza di 0,2 pollici (cm. 0,51). Esaminando Altair si son viste molto nettamente le frange che sono restate inalterate quando si è modificato l'orientamento delle fenditure stesse. Osservando Capella con le fenditure che avevano una separazione di pollici 1,55, le frange sono scomparse in un angolo di posizione $148^o - 328^o$: se n'è concluso una separazione di 0",042. Si spera inoltre con lo stesso strumento di misurare dei distacchi (di stelle) di 0"02 e dei diametri di stelle, per ora, dell'ordine di 0'001 ». Così il *Bulletin de l'Observatoire* de Lyon riassume da quando dice H-S. Jones in *The Observatory*, ma fino a questo momento, non mi consta che sia stata pubblicata ancora la conferenza tenuta (o da tenersi) dallo stesso Michelson all'Assemblea generale della Soc. Astr. di Francia. Appena ne sarò in possesso — come già promisi — ne farò una traduzione, o un riassunto, oppure una volgarizzazione (a seconda dei casi) per i lettori di *S. p. T.*

L'argomento è della massima importanza, come quello che dovrà svelarci importantissimi segreti che si nascondono negli abissi inscandagliati dell'Universo!

SATURNO CARLOMUSTO.

Le nostre condizioni d'abbonamento

sono evidentemente vantaggiose. Con **35** *lire ognuno può abbonarsi alla nostra Rivista, che si pubblica in fascicoli di 40 pagine con copertina a colori il 1° e il 15 d'ogni mese, ricevendo* senza aumento di prezzo *il*

FASCICOLO-STRENNA

che si pubblica alla fine dell'anno, e gratis

l'INDICE GENERALE

delle materie contenute nei fascicoli dell'annata.

Sono aperti anche gli

Abbonamenti semestrali a L. 18.—

» trimestrali » » 9.—

Per l'estero le condizioni sono le seguenti:

Abbonamento annuo . . . . fr. 37.50
» semestrale . . . . » 19.—
» trimestrale . . . . » 10.—

Si mandano *gratis* dietro richiesta numeri di saggio.

CONSULENZA LEGALE-INDUSTRIALE

Spesso lettori e abbonati si sono rivolti a noi per chiedere consiglio e informazioni su questioni e vertenze d'indole legale, riflettenti gli affari della loro industria, l'acquisto o la vendita di brevetti, la protezione dei medesimi, il riconoscimento o la difesa di certi diritti di produzione, di proprietà, ecc.; e sempre abbiamo dovuto rispondere di... non poter rispondere, perchè non si trattava di materia di nostra competenza.

Ma la Scienza per Tutti *vuole essere veramente utile a tutti; e, d'altronde, abbiamo riconosciuto che ciò che i lettori e gli abbonati ci chiedevano, aveva un interesse oltre che individuale, generale, e di qualche importanza. Ecco perchè ci siamo procurata, per il nuovo anno, la collaborazione di un competente, l'avv.* Agostino Ruju, *il quale in un'apposita rubrica, intitolata appunto*

CONSULENZA LEGALE-INDUSTRIALE

darà risposta a quanti proporranno quesiti del genere di cui sopra.

Raccomandiamo, naturalmente, a coloro che vorranno profittare della rubrica, la quale è aperta a tutti gratuitamente, di mantenere le loro richieste in una certa misura di opportunità e di... buon senso, considerando che non tutte le informazioni si possono dare nel limitato spazio di una rubrica.

Nei prossimi numeri:

Laghi artificiali - serie di articoli dell'ing. Silvio Lazzari.

Studio sull'areonautica - serie di articoli dell'ingegner C. A. Madonia.

Il mesotorio e le sue applicazioni in medicina - del prof. dott. Giovanni Franceschini.

Il principio generale di meccanica - di Egisto Cirenei.

Accenni sull'iperspazio - del Principe Troubetzkoy.

Per l'*Insegnamento Professionale* l'ing. Gennaro Chierchia ha preparato un corso di lezioni intitolato *Vademecum dell'elettricista* ed Emilio di Nardo un *Dizionario di elettrologia* illustrato.

Per mancanza di spazio abbiamo dovuto rimandare al prossimo numero le rubriche: Insegnamento professionale, Consulenza bibliografica, Domande e risposte, Piccola e grande industria; *abbiamo dovuto inoltre rimandare il seguito di* Turbine idrauliche *dell'ing. P. A. Madonia, di* Macchine elettriche *dell'ing. A. Maderni e dell'*Audion e le sue applicazioni *di Emilio Di Nardo.*

ISTITUZIONE POLITECNICA ITALIANA

Il successo ottenuto dal nuovo Programma dell'Istituzione è stato veramente superiore ad ogni aspettativa. Le iscrizioni pervenute sono già parecchie centinaia e continuano ad affluire giorno per giorno da ogni parte d'Italia e perfino dall'estero. Ciò dimostra come la necessità di una Scuola per corrispondenza, che rendesse possibile a tanti e tanti giovani volonterosi di procurarsi un titolo per farsi un posto nella società, fosse veramente sentita. Seguendo i corsi dell'Istituzione Politecnica Italiana, si possono infatti conseguire i titoli di **Perito Elettricista, Perito Meccanico, Perito Industriale, Assistente Chimico, Assistente Edile.**

Per iscriversi all'Istituzione è necessario possedere cognizioni di matematica almeno pari a quelle che si impartiscono nelle Scuole Tecniche; ma chi è sprovvisto di tali cognizioni, può egualmente iscriversi seguendo il corso preparatorio di matematiche che la dott. Anna Canevari-Crespi svolge presso l'istituzione stessa e del quale diamo qui sotto il Programma.

* * *

CORSO PREPARATORIO DI MATEMATICHE

Dott. Anna Canevari Crespi

Questo Corso ha lo scopo di dare agli allievi le cognizioni di matematica necessarie per poter seguire con profitto gli altri corsi dell'Istituzione.

Sommario:

Parte 1ª — *Aritmetica.* — Grandezze e loro misura — Numeri razionali e numeri irrazionali — Divisibilità e numeri primi — Operazioni dirette e operazioni inverse sui numeri razionali — Rapporti e proporzioni.

Geometria piana — Retta — Piano — Segmenti — Angoli — Triangoli — Poligoni — Cerchio — Eguaglianza — Equivalenza — Similitudine — Misura delle principali figure geometriche studiate.

Geometria solida. — Angoli diedri — Angoloidi — Poliedri — Prismi — Piramidi — Cilindro — Cono — Sfera — Misure relative.

Algebra. — Nozioni generali — Equazioni di 1° grado.

Parte 2ª — Logaritmi — Sistemi di equazioni di 1° grado — Equazioni di 2° grado — Nozioni generali di trigonometria piana e principali formole trigonometriche — Nozioni fondamentali di Geometria Analitica (coordinate cartesiane e polari — diagrammi — funzioni e loro rappresentazione grafica).

Per schiarimenti e informazioni rivolgersi alla sede dell'*Istituzione*, in via Petrarca, 15, Milano.

INDIRIZZI COMMERCIALI E INDUSTRIALI

Molti lettori si rivolgono a noi per chiedere indirizzi di ditte commerciali, fabbriche, ecc., per acquisti o per offerte di prodotti. Non sempre ci troviamo in grado di rispondere a queste domande, che hanno interesse personale e che, pertanto, non possono essere pubblicate nella rubrica Domande e risposte, *la quale deve mantenere, per quanto è possibile, il suo carattere di utilità e di coltura generale.*

Inoltre, questo genere di domande ci crea imbarazzi per il fatto che, indicando un indirizzo invece di un altro, potremmo infondere in altrui il sospetto che si abbia preferenze non disinteressate.

È stata pertanto istituita questa nuova rubrica nella quale tutti possono richieder indirizzi di ditte o di fabbriche o qualsiasi altra indicazione d'indole commerciale. Essendo la Scienza per Tutti *molto diffusa tra industriali e commercianti, questi saranno interessati a rispondere direttamente ai richiedenti o per mezzo di questa stessa rubrica.*

Prezzo di pubblicazione: L. **0,10** *per parola, con un minimo di L.* **1,—**. *Tassa governativa in più di L.* 0,10 *per avviso.*

⁂

Indirizzi commerciali ed industriali di qualsiasi arte o professione e per qualsiasi città italiana e del mondo trovansi presso

ETELPLINIO MAZZA — Via Alavolini, 22 — *Fano (Marche).*

* * *

Dilettanti e studiosi. Riparazione strumenti, macchine precisione; costruzione qualsiasi vostro apparecchio e pezzi ricambio. Specialità fabbrica ingranaggi ogni tipo. Riparazione piccole dinamo, motori, claxon, contachilometri. Riparazione, taratura strumenti elettrici. Riparazione, carica accumulatori. Rivolgersi:
A. U. CARAZZI — Piazza Porta Vittoria, 1 — *Milano.*

RICHIESTE - OFFERTE

Si pubblicano in questa rubrica tutte quelle richieste e quelle offerte che, rispondendo ai bisogni della scienza e della pratica, dànno il mezzo alla nostra rivista d'essere utile come organo di diffusione.

Prezzo di pubblicazione: L. **0,10** *per parola, con un minimo di L.* **1,—**. *Tassa governativa in più di L.* **0,10** *per avviso.*

Richieste.

CERCO ottimo funzionamento Ampèrometro e Voltametro scala centesimale per corrente alternata prezzo occasione.
Vendo annate *Scienza per Tutti* 1917-1918, complete rilegate tela, L. 80. PIERO CRECCHI — *Ardenza.*

LIRE DIECI ciascuno pago i numeri *due* e *sette* del millenovecent quattordici di *Scienza per Tutti*. Invio raccomandato.
GIOVANNI PALUMBO — Loggia di Genova, 4 — *Napoli.*

ACQUISTEREI occasione microscopio Koristka usato ottime condizioni, completo, diametro 600-0-1000. Scrivere:
CRISTOFORO FIMIANI — *Lanzara* (Salerno).

CERCO occasione montatura equatoriale a latitudine variabile, con circoli graduati, solida, per cannocchiale 108 millimetri. Offerte dettagliate:
Dott. G. FERRARA — Via S. Giovanni, 22 — *Teramo.*

PRODUTTORI, Commercianti, Industriali, qualsiasi ramo, a scopo istituzione moderno ufficio informazioni tecnico-commerciali-industriali, sono pregati inviare loro indirizzi, listini, cataloghi a:
Rag. Geom. PANCHIANCO — Via Vitt. Em., 482 — *Catania.*

CERCO *Scienza per Tutti*, Num. 1, 2, 3, 5 del 1916; Num. 11 del 1918; Num. 10 del 1919. Offrire a:
VIGNOLO — Rampe Brancaccio, 2 — *Napoli.*

COMPRO subito purchè ottime condizioni: Molinari: *Parte Organica.* — Murani: *Volume I* - 6.ª ed., 1919.
A. CARAZZI — Piazza Porta Vittoria, 1 — *Milano.*

CERCO primi tre numeri *Scienza per Tutti*, 1921, anche separati. Offerte: CASTENETTO — *Bagnoli Irpino.*

CERCO numeri *Scienza per Tutti*, 3-5-1921 e « *I migliori progetti di Alberghi* », volume pubblicato dal « Touring Club Italiano ». Scrivere prezzo:
LORENZI ARMANDO — Via Montanelli, 10 — *Pisa.*

COMPREREI cellule selenio qualsiasi tipo purchè bene funzionanti. PROCOPIO — Nazionale, 40 — *Roma.*

Offerte.

VENDO, o cambio con microscopio, grammofono Columbia tromba interna ultimo modello con 54 dischi.
PASQUALE STAMPANONE — *Lucera.*

VENDO *Guerra Europea* (ed. Sonzogno) completa, legata, 5 volumi nuovi, L. 150. — Guerra Italiana, legata 5 volumi, L. 130.
CASTENETTO — *Bagnoli Irpino.*

CEDO migliore offerente annata 1921 *Scienza per Tutti* nuovissima. M. SALERNO LAPORTA — *Monte S. Giuliano.*

VENDO 45 numeri arretrati separati *Scienza per Tutti.*
CARLO CREMONINI — Piazza Malpighi, 12 — Bologna.

CEDO al miglior offerente cinematografo completo composto di: proiettore National, modello 1920, con due obbiettivi, lanterna con condensatore, lampada ad arco orientabile, trasformatore volts 100-150, Amp. 10-15, cavalletto smontabile, avvolgi films, 4 bobine, una film della guerra italiana, in cinque parti.
GIUSEPPE BANDINI — Via Cesare Battisti — *Marradi* (Firenze).

CEDESI motore precisione rotondo, montato sfere, 7 segmenti, 14 volts, 4 ampères, L. 50 - motorino vapore doppio effetto, L. 50.
ROMEI — Carducci, 20 — *Bologna.*

CEDO occasione Murer, tendina, 6 1/2×9, anastigmatico 5,5 nuova, accessori. MARIO SANTOLI — *Contesse Arezze-Cortona.*

VENDO: 2 serie prismi per periscopi. Ventilatore da tavolo: motorino corrente continua.
GIULIO BACCI — Viale Regina Vittoria, 36 — *Firezne.*

VENDO 2300 impianto completo cinematografico Pathé quasi nuovo, con pellicole, due obbiettivi, due otturatori, uno per corrente continua, l'altro per alternata. Per informazioni scrivere:
CAPPELLARO FILIPPO — *Mongrando* (Biella).

VENDO L. 500 proiettore Pathé originale con lanterna arco fino 50 amp., e condensatore e proiettore Gaumont completo.
PIETROGRANDE — Via Monforte, 50 — *Milano.*

VENDO miglior offerente ventitrè numeri *Scienza per Tutti*, 1917 e primi venti numeri 1918. Scrivere:
UMBERTO FERRO — Scuola Applicazione Ingegneri — *Padova.*

ANNATE *Scienza* 1916 (rilegata) 1917, 1918, 1919, 1920 seminuove, complete con indice, copertina, vendo L. 30 cadauna. Blocco, L. 130. ALPHANDERY — Risorgimento, 8 — *Milano.*

VENDO elettro-dinamo corrente continua, nuovissima, L. 200. Ferro-stiro elettrico voltaggio a richiesta, nuovo, L. 35. Trapano a mano nuovo, L. 30. Piccolo carro innaffiatore funzionante, L. 30. Rivolgersi:
LAURO PORTA — Corso P. Nuova, 24 — *Milano.*

VENDO moto Indian 7-9 Mod. 14; vendo, cambio con 3 1/2 o 6 possibilmente da corsa. Macchina fotografica 13×18, altra 6 1/2×9 con tendina 2200 secondo. Prospetto teatro Marionette. Lampada elettrica 600 candele, non adoperata. Trasformatore 210, altro 160 per suonerie. Annate 1915-'18-'19 « Corriere fotografico ». « Touring Club », 1916. « Motociclismo », 1920-'21. *Scienza per Tutti* 1919, più 34 numeri 1918-'20. Cambio anche con apparecchi elettrici. Rivolgersi:
U. CAPPELLI — *Terra del Sole* (Forlì).

FOTOGRAFICA 82×107, 3 châssis doppi, L. 75; Ruhmkorff mm. 20, L. 90; motorino 50-120 volts, L. 225; lanterna magica, L. 50; voltmetro scala 0-6, L. 15; films metro, L. 0,25; obbiettivo inglese, L. 35; stufa 1000 watts, L. 75; Verascope Richard, L. 350; batteria accumulatori volts 8, amp. 70, L. 185; elettrocalamita portata kg. 5, L. 15; stazione telefonica completa (apparecchi), L. 200. Acquisterei piccola dinamo e trasformatore per cinema.
BRONNER — Corso Vigevano, 24 — *Torino.*

COSTRUZIONI ELETTRICHE PER DILETTANTI — Ing. G. Chierchia: Illustrato da 117 figure, insegna a costruire: Elettrofori, Bottiglie di Leyda, Accumulatori, Galvanometri, Amperometri, Voltmetri, Wattmetri, Elettrocalamite, Dinamo, Alternatori, Motori, Ventilatori, Trasformatori per campanelli. Altri trasformatori, Bobine induzione, Rocchetti Ruhmkorff, Tubi Geisller — Apparecchi telegrafici, radiotelegrafici, per radiografia, radioscopia, esperienze alta frequenza, ecc., ecc.
Chiedere Catalogo delle pubblicazioni di elettricità, chimica e meccanica. Franco di porto racomandato, costo L. 8. Vaglia all'editore: LAVAGNOLO — Via Gioberti, 14 — *Torino.*

ROCCHETTO RUMKORFF 15 mm., scintilla, L. 55. Oscillatore in olio vaselina, L. 15; Magnetoelettrica 90 volts, L. 60. Detector magnetico, L. 80; motore 1/10 corrente continua 30 volts, L. 150. Motorino 10 volts, L. 50. Detector al carborundum, L. 15. Placche per accumulatore tipo Hensemberger, nuove, L. 8 l'una. Per ulteriori informazioni rivolgersi con cartolina doppia a:
CARRARO LUIGI — *S. Lazzaro di Sàveno* (Bologna).

TERMOFORI elettrici, leggerissimi, infrangibili, eleganti, dimensioni centimetri 26×36, vendo a L. 15 cadauno; regolabili a tre gradazioni, L. 30. — È il miglior regalo per le feste. Inviare vaglia per riceverli franchi di porto a:
SERGIO CASAMURATA — Via Spadari, 13 — *Milano.*

Milano. — Stab. Grafico Matarelli, via Passarella, 13-15. PRESTINARI ARSACE, gerente.